NUOVA

RACCOLTA
D' AUTORI ITALIANI

CHE TRATTANO

DEL MOTO DELL' ACQUE

TOMO I.

BOLOGNA · MDCCCXXIII

DALLA TIPOGRAFIA DI JACOPO MARSIGLI.

ALLA

SACRA MAESTÀ

DI

ALESSANDRO PRIMO

IMPERATORE AUTOCRATA

DI TUTTE LE RUSSIE, E RE DI POLONIA.

SIRE

Se le scienze d'ogni sorta, e segnatamente quelle che si propongono una reale e pronta utilità abbisognano del patrocinio de' Principi, più ne abbisogna l'Idraulica, siccome

quella che i suoi trovati non può mettere ad effetto se non con dispendj grandissimi. Non senza giusta cagione, o Sire, pone oggi in Voi questa scienza tutta la sua fiducia; perocchè Voi più che altri conoscete quanta prosperità provenga alle Nazioni dalla sapienza. Voi seguitando le orme de' Vostri Avi tutto dì affaticate per vie più ingentilire quel popolo che i Vostri Maggiori trassero dalla salvatichezza, ed in brevissimo tempo alzarono a quella dignità, che oggi da tutto il mondo viene onorata. Voi apriste ovunque Ginnasi, Licei, ed Università, onde il sapere per tutte le condizioni degli uomini si difondesse, e i più rari ingegni trovassero luogo, sede onorata, e premio tra i Professori. Ed acciocchè il merito solamente avesse la sua giusta mercede, precideste la strada alle brighe, alle venalità, alle protezioni; così il vero sapere ebbe la dovuta corona. Questa vostra liberalità, o Sire, che vi fa devoti tutti coloro, che

coltivano le arti, e le scienze, mosse me pure ad intitolare alla Maestà Vostra i volumi della prima Raccolta dell' opere idrauliche italiane, ed ora ad umiliarle anche il primo volume della seconda, il quale comprende l' Idraulica fisica e sperimentale *del Conte Mengotti. Mi confido che questo pure sarà accolto colla benignità e clemenza, ch' è propria del Regio animo Vostro; ed all' Imperiale Trono profondamente m' inchino.*

Di Vostra Maestà

Bologna 15 Maggio 1823

Umilissimo, Obbligatissimo, Devotissimo Servo
Francesco Cardinali

DELLA

NATURA DE' FIUMI

TRATTATO FISICO MATEMATICO

DI

DOMENICO GUGLIELMINI

CON LE ANNOTAZIONI

DI

EUSTACHIO MANFREDI

Bologna 1821

Tipografia Marsigli

PREFAZIONE

DELL' AUTORE DELLE ANNOTAZIONI.

La maggior parte delle annotazioni, che escono alla luce colla presente edizione del trattato della natura de' fiumi del Sig. Guglielmini, era stata da me stesa in iscritto, o per lo meno concepita, e serbata in mente nelle diverse occasioni, che ebbi di esaminare come si addattassero a' casi particolari quando una, quando un' altra delle proposizioni teoriche, o delle regole pratiche, che l' Autore ha esposto in quest' opera. Mi avvisai poscia, che siccome a me senza qualche attenta meditazione, non sarebbe il più delle volte riuscito di penetrare ne' suoi sentimenti, ne di sgombrarmi la mente da quegli equivoci, ne' quali sovente io mi accorgeva di essere incorso in materia sì difficile, così non fosse per riuscire soverchio, se col pubblicare ciò che io ne' casi predetti aveva meco stesso divisato, avessi renduto ad altri più agevole l' intendere gli insegnamenti dell' Autore, senza passare per tutti que' dubbj, che ad essi, come a me, potevano per avventura cader nel pensiero. Con tale intendimento mi sono dato a leggere di bel nuovo da capo tutto il libro. Ho inserito a suoi luoghi ciò, che totalmente a caso, e senza alcun ordine quà, e là aveva notato; vi ho aggiunto tutto quello di più, che in una tale lettura seguita mi è occorso di avvertire combinando fra loro i varj passi dell' opera; ne ho tralasciato di accennare se alcuna osservazione da altri più moderni scrittori dopo la prima edizione del libro fosse stata fatta, da cui potessero prendersi nuovi lumi, e ritrarre nuovo accrescimento a questa sì importante dottrina dell' acque correnti.

Se io abbia con ciò contribuita cosa alcuna a rischiarare i documenti dell' Autore, e a farne meglio comprendere tutto il sistema, debbo attenderne il giudizio degli altri. Questo solo parmi di potermi promettere, che presso i retti estimatori io non sarò per incorrer la taccia d' aver impiegata simil fatica in cosa, che nol vaglia; anzi spero, che dal Pubblico possa esser gradito, se non altro, il mio esempio nell' avere io preso ad illustrare un libro, che, dirittamente giudicando, si dee chiamare non pure originale, ma unico nel suo genere. Ben so, che questo mio detto a prima faccia parrà ad alcuni alquanto ardito; ma tale non sembrerà certamente a chi ben distinguendo ciò, che ha di particolare quest' opera, si farà a considerare, che due sono le parti, e due per così dire le scienze, che in essa si insegnano: una intorno alle acque, e l' altra intorno agli alvei de' fiumi.

Della prima non intendo io di attribuire merito sì speciale al nostro Autore, che venga a scemarsene il pregio d' alcun altro; perocchè quantunque molto egli abbia contribuito a perfezionare lo studio della misura delle acque correnti così in questo, come nell' altro libro, che pochi anni prima avea pubblicato col titolo Aquarum fluentium mensura, *nulladimeno, nè da lui primo riconosce questa scienza il suo essere, nè da lui solo il suo avanzamento fino a quello stato (qual' egli siasi) in cui si trova. È noto, che l' Abate D. Benedetto Castelli, fu quegli, che avanti d' ogni altro ne gettò i fondamenti coll' avere avvertito doversi nell' estimare le quantità dell' acqua de' fiumi aver riguardo oltre la larghezza, e l' altezza anco alla velocità. Scoprirono poscia il Torricelli, e il Mariotte colle loro sperienze il vero rapporto delle velocità colle altezze all' uscir che fa l' acqua dalle luci aperte nelle sponde, o nel fondo de' vasi, e la medesima regola fu stimato dal P. Milliet potersi applicare alle altezze, e alle velocità delle sezioni de' fiumi. Allora solo fu, che il nostro Autore parte seguendo tal dottrina, parte correggendola secondo alcune diversità de' casi, non prima da alcun altro avvertite, trattò metodicamente di tutto ciò, che appartiene alle velocità de' canali, e alla misura delle acque, che portano; dopo di cui il Sig. Varignon, il Sig. Cavalier Newton, il Sig. Gio. Bernulli, il Sig. Marchese Poleni, il Sig. Pitot, ed altri grand' uomini qual con nuove meditazioni intorno a' principj fisici del moto delle acque, quale con osservazioni esatte di fenomeni hanno arricchita l' idrometria di nuove, ed utilissime cognizioni; e finalmente abbiamo ora un eccellente trattato del P. Abate Grandi, pieno di profonda geometria, nel quale senza ristrignersi ad alcuna ipotesi intorno alle velocità, ha spiegato ciò, che vi ha di più astruso in questa materia.*

Ma della seconda, cioè a dire di quella parte, che considera le regole, e le leggi serbate dalla natura nelle direzioni, nelle declività, nelle larghezze, nelle diramazioni, nelle sboccature, e nelle altre particolarità degli alvei, per li quali scorrono i fiumi, tanto è lontano, che alcun altro avesse trattato, che ne pure si erano avvisati i filosofi potersi sopra ciò dare una scienza, se piuttosto non si dee dire, che alcuni di loro credessero d' averne già una, ma che era falsa, e fondata sopra vane supposizioni troppo leggermente ricevute come assiomi. Di ciò fanno testimonianza, e il loro comune consenso nel supporre esigersi dalla natura qualche pendenza a far che le acque potessero scorrere, e insieme il dissenso nello stabilire la quantità di tal pendenza; e l' estimar, che facevasi la maggiore, o minore velocità d' un canale unicamente dalla maggiore, o minore inclinazione; e l' immaginare che le sole acque chiare escavassero gli alvei, e le torbide non potessero che interrarli, e il figurarsi che i recipienti, allorchè gonfiano, rigettassero i loro tributarj; e soprattutto il darsi a credere, che i fiu-

ni carichi di materie terree andassero perpetuamente, e senza alcun limite rialzando i loro letti; con altri simili pregiudicj, da' quali non potea derivare che oscurità, e confusione nelle teoriche, e inganno perpetuo nella pratica.

La riforma dunque di tali dottrine, e lo stabilimento di questa nuova scienza fu quello scopo, a cui il nostro Autore indirizzò principalmente i suoi studj, e le sue ricerche, e questo gli fornì la miglior parte della materia al presente trattato. Egli è vero, che poco avanti i suoi tempi da più saggi professori si era incominciato a entrare in diffidenza di alcune delle massime poc' anzi dette, e quasi comunemente per l' addietro accettate, come si può scorgere da qualche passo della lettera del Galileo sopra il fiume Bisenzio, dall' architettura delle acque del Baratteri, e da alcune altre opere, che sono alle stampe. Aveva eziandio il Michelini dato qualche saggio d' un metodo in ciò, che appartiene alle direzioni de' fiumi nel proposito de' ripari, da' quali si difendono le ripe dalle corrosioni: lavori a' quali unicamente pareva essere stato per l' addietro rivolto tutto lo studio degli ingegneri, e de' quali abbiamo eziandio un discorso del celebre matematico il Sig. Vincenzio Viviani; e già la proprietà de' fiumi di escavare i loro letti per l' unione di altre acque, ancorchè torbide, era stata riconosciuta dagli autori più sensati, come si fa manifesto, non che da altro, da ciò che avea pubblicato in diversi eccellenti suoi scritti il Sig. Gio. Domenico Cassini intorno all' affare del Reno.

Ma nè questo era tutto ciò, che poteva desiderarsi intorno alla natura, e alle proprietà degli alvei, nè a tal' ordine era ridotto, che constituisse un sistema. Il Sig. Guglielmini fu quegli, che primo di tutti tentò, e condusse a fine una sì nuova intrapresa. Considerò egli, che il primo nascere, e formarsi degli alvei, o sia col profondarsi di quel piano per cui scorre l' acqua, o sia coll' alzarsi posandovi sopra materia terrea, benchè non dia sembianza di serbare alcuna regola, nulladimeno essendo opera della natura dee certamente soggiacere a quelle leggi costanti, che ella serba in tutte le altre sue opere. Vide, che per intendere queste leggi non vi era che da pensare a due principj: alla forza dell' acqua, e alla resistenza di quella materia, la quale o compone il letto, e contrasta all' esser corrosa, o scorre sopra il letto, e ripugna a scorrervi spinta verso il fondo dalla propria gravità. Avvertì, che nell' atto medesimo dell' adoperarsi la forza contro la resistenza per formare, o coll' escavazione, o colla deposizione un fondo, e due sponde, l' uno e l' altro di cotesti due principj era variabile, e talmente variabile, che allo scemarsi quello de' due, che nell' effetto inteso dalla natura prevaleva all' altro, questo all' incontro si aumentava, il che conduce per necessità ad un equilibrio, che è come dire a un termine di stabilimento dell' alveo, e nella penden-

za, e nella larghezza. Da questa necessità (che egli a lungo spiega, e dimostra nel capo 5. e che da nun altro avanti lui era stata osservata) come da assioma fondamentale, e fecondo d' innumerabili conseguenze dedusse con metodo geometrico tutto ciò, che poteva desiderarsi ad una compita teorica degli alvei, e ad un' arte ben fondata per regolarli. Una dottrina sì nuova, e sì lontana dalle comuni prevenzioni si trova si facile, e porta seco sì chiari lumi di certezza, e di evidenza, che chiunque legge resta sopraffatto di non aver egli conosciute, e dedotte da se stesso tali verità, e per dirla colle parole d' uno de' primi uomini del nostro secolo, il Sig. di Fontenelle, *i fisici, i quali non dubitavano per l' addietro di non intender bastantemente la natura de' fiumi, dopo aver letto questo libro hanno dovuto restar convinti, che punto non l' intendevano.*

In fatti, comeche nella parte puramente idrometrica abbia la dottrina dell' Autore corsa la sorte di tutte le altre di argomento misto di fisico, e di matematico, cioè di non essere stata ricevuta, che in grado di probabilità (il che nasce dal non aversi per anco una intera evidenza, ma solo qualche conghiettura intorno alle vere regole della velocità de' fiumi) tuttavia il suo sistema degli alvei in 40. anni, dachè uscì alla luce non ha trovato chi si avvisi di rivocarne in dubbio i principj; o se alcuna difficultà in qualche parte di esso è stata eccitata da chi lo trovava incomodo per li suoi fini, nello stesso suo nascere si è dileguata. Al contrario egli si è veduto, e si vede tutto giorno acquistar fede, e credenza tra' più esperti professori di quest' arte, e tra quegli ingegneri, che bramano di appoggiare le loro opere a qualche saldo fondamento. Confessono essi, che questo libro è un fondo inesausto di utilissime avvertenze per la condotta delle acque, e che vi si trova tutto ciò, che si brama alle occorrenze, o di fare nuovi lavori, o di giudicare dell' esito di quelli, che da altri vengono proposti. Nelle dispute, che sopra tali materie insorgono non pure nel Bolognese (le cui calamità hanno data occasione di coltivar quivi più, che altrove, o piuttosto quivi hanno da principio fatto nascere sì fotto studio) ma nel Ferrarese, nella Romagna, nella Toscana, in Roma, ed in altre parti d' Italia, si citano i suoi insegnamenti, e si rispetta la sua autorità; ne io so veramente se fra tanti ritrovamenti, che da un secolo in qua ha prodotti lo studio, e l' ingegno de' nostri, o degli stranieri matematici, alcuno mostrar se ne possa di maggior profitto, e di uso più immediato alla società degli uomini (al cui vantaggio parmi, che dovessero indirizzarsi gli studj, che s' intraprendono da chiunque ne è parte) d' una scienza, mercè cui si ponno oggimai non più alla cieca, ma colla scorta di qualche principio, intraprendere opere grandi intorno alle diversioni, e ad ogni altro regolamento di acque correnti.

Non è già, che per tutto ciò io pretenda, che in quest' opera sia stato esausto un sì vasto argomento, nè prescritto in essa un termine agli studj de' posteri; anzi confesso che sebbene dopo di essa niente, che io sappia è stato aggiunto alla dottrina degli alvei, potrebbe per avventura qualche elevato, e felice ingegno andar più oltre colle speculazioni, e da termini generali, entro i quali pare, che l' Autore si sia contenuto, avanzarsi a qualche cosa di più speciale, riducendo a misura quegli effetti, de' quali egli ha solamente per così dire considerate le proporzioni.

Si può co' fondamenti spiegati in questo trattato predire, che un tal fiume congiunto ad un tale altro ne scemerà la pendenza, e ne aumenterà la larghezza, ma già non si potrebbe determinare fino a qual segno sia per giugnere nè l' allargamento, nè l' escavazione. Si può prevedere, che un torrente sassoso mandato a scorrere sopra una pianura si formerà per mezzo di essa un alveo curvilineo colla concavità rivolta in alto, ma non si saprebbe già delineare in un profilo la giusta misura di quella curva, che la natura è per prescrivergli. Questi, ed altri molti problemi, che nella pratica sarebbero veramente di un' incredibile utilità, sono ancora riserbati all' industria degli idrometri. Si può ben credere, che l' Autore ne abbia conosciuta l' importanza, ma insieme ne avrà ravvisata la difficultà; e bisogna anco aggiugnere, che alcuni fra essi sono di tal natura, che quando si avessero metodi per risolverli, ove non si inventassero prima altre regole per accertare tutti que' dati, che dovrebbero presupporsi a tali ricerche, poco sarebbe il profitto, che nella pratica se ne potrebbe sperare.

Dopo tutto quello, che si è detto in proposito di quella parte del presente libro, che riguarda gli alvei, e che tutta è d' invenzione dell' Autore, renderà forse maraviglia a chi leggerà le nostre annotazioni lo scorgere, che esse per lo più spettino a quell' altra parte, che versa sopra il moto delle acque, e che da tanti altri era stata trattata. Non sarà tuttavia difficile intenderne la ragione se si rifletterà a ciò, che poc' anzi si è accennato, cioè non avere finora questa parte per fondamento altro, che mere ipotesi, e conghietture.

Quanto più incerti sono i principj, su' quali una scienza è stabilita, tanto più d' oscurità, e di difficultà conviene, che ne contraggono i dogmi, e tanto più di materia somministrino da meditarvi sopra, e da farvi annotazioni. Veramente egli parve, che nel libro della misura delle acque correnti si persuadesse l' Autore di aver già trattata questa parte con tale evidenza, che i principj da lui stabiliti si dovessero riputare qualche cosa di più, che semplici ipotesi. Ciò non ostante si vedrà nelle note presenti, e specialmente in quelle del primo, e del 4. capo, a quali difficultà possono essere soggetti, e quanta ragione abbiano gli

scrittori di desiderare, che tali principj si mettano in maggiore certezza col paragone degli esperimenti, che soli ponno decidere intorno alla loro sussistenza. Io non ho voluto dissimulare le dette difficultà, anzi non mi sono guardato di allontanarmi in qualche caso, ove la materia lo richiedesse, dal sentimento dell' Autore, il che ho stimato di poter fare salvo l' onore che io debbo alla memoria di un tant' uomo, il quale ho eziandio il titolo di rispettare come maestro. Per altro ben sono persuaso, che se alle regole per esso stabilite non si dee dare che il nome d' ipotesi, queste sieno per lo meno tanto verisimili quanto alcun' altra, che da alcuno sia stata adottata, e ciò pure si mette in chiaro nelle stesse annotazioni.

Siccome ad imitazione dell' Autore ho inteso di adattarmi in ciò che ho scritto anco alla cognizione di quelli, che non sono più che mediocremente introdotti negli studj delle matematiche, così mi sono astenuto da entrare in ricerche talmente profonde, che per venirne a capo fosse indispensabile l' uso della più sublime geometria, e tanto più che nella professione di quest' arte ho osservato non essere che assai rari i casi, ne' quali faccia d' uopo ricorrervi, e molto meno quelli, ne' quali siano necessarj i calcoli algebraici, che non sarebbero stati intesi da molti capaci per altro d' intendere perfettamente quest' opera.

Ben so, che non ostante il pregio in cui meritamente è tenuto il presente trattato di poco conto sarà riputato da alcuni il mio assunto, non tanto a riguardo del libro stesso in particolare, quanto per quel discredito, in cui generalmente tengono tutte le dottrine teoriche sopra tal materia persuasi, come sono, che trattandosi d' affari d' acque non vi sia bisogno che d' una mera pratica.

E certamente chi negasse, che la pratica non sia indispensabilmente necessaria per mandare ad effetto quei lavori (quali si sieno) che occorre di fare intorno ai fiumi, agli scoli, ai canali, o ad altre acque, poco senno dimostrerebbe, vedendosi tutto giorno opere ben intese mancare del loro servigio per essere state commesse a chi non aveva bastante capitale di pratica per eseguirle. Richiede senza dubbio ogni regola di prudenza, che il carico dell' esecuzione si commetta più che ad altri a chi per lungo uso ha potuto osservare, ed apprendere quali facilità, o quali difficultà si sogliono incontrare su i fatti, e come profittando di quelle si possano sfuggir queste cón risparmio di danaro, e di tempo, e con vantaggio dello stesso lavoro. Aggiungasi, che ne' libri teorici poco o nulla d' ordinario si trova scritto, nè intorno a materiali, nè intorno alle manifatture de' lavori; nulla a cagion d' esempio intorno al modo di pestare, spianare, e render consistente la terra alzata in argini; nulla intorno alle scarpe da darsi alle escavazioni, alle arginature, alle ripe, secondo le qualità de' terreni; nulla intorno alla scelta d' uno più, che d' un' altro legname, nè alle grossezze,

nè alle lunghezze, nè alle fitture de' pali, nè alla maniera d' incatenare, nè di riempiere, nè di rinvestire pignoni, sassaie, od altri ripari; nulla insomma di molte, e molte cose che voglionsi necessariamente sapere da chi si mette a fare opere di tal natura. E sebbene sarebbe desiderabile, che alcuno esperto ingegnero dasse al pubblico un trattato compito, e metodico sopra tali particolarità (delle quali solamente qualche cosa si legge nelle opere del Baratteri, negli scritti del Meyer, ne' discorsi del Sig. Viviani, e in pochi altri) nulladimeno chi colla propria sperienza tali notizie si fosse acquistato, di gran lunga sarebbe da anteporre a chi stimasse di averle bastantemente apprese colla semplice lettura degli altrui libri.

Ma all' incontro, che la nuda pratica dia cognizioni bastanti per ben concepire un progetto di qualche momento in questo genere, non si può concedere, se pure non si cambiasse come alcuni fanno ciò che propriamente è pratica, con ciò che è vera teorica. Per avvedersi di ciò basta chiedere a quelli, che tutto stimano doversi rimettere a' pratici, se essi credano, che un pratico proponendo per avventura alcun suo pensiero in ordine a un taglio, a una derivazione, a una diversione, o ad altro regolamento d' un fiume, parli totalmente a caso; perciocchè se così pensassero, poco mancherebbe loro per intendere, che quel tale non è nè teorico, nè pratico, ma al più, quando la riuscita del lavoro si trovasse rispondere all' intenzione, potrebbe chiamarsi un indovino. Se poi reputano, ch' egli parli col fondamento di qualche ragione, allora egli fa gran torto a se stesso intitolandosi pratico; al contrario egli è teorico senza accorgersi di esserlo, perocchè alla teorica, e non alla pratica appartiene il riferire gli effetti alle loro cagioni, e dalla cognizione di queste prevedere quali debbano riuscir quelli; e tutto lo scrupolo che sopra un tal uomo potesse rimanere sarebbe, che egli nel ragionare che ha fatto avesse per disgrazia mal ragionato, nel qual caso ninno dovrebbe biasimare, se altri studiasse quegli Autori, che pretendono d' insegnare a ragionar meglio di lui. Che se per ultimo stimeranno non parlar egli nè a caso, nè con fondamento di ragione, ma con quella sola cognizione, che può dargli l' esperienza d' altri simili casi da lui veduti, allora se veramente in cotesti casi concorrevano tutte senza eccezione le stesse stessissime circostanze, che concorrono nel caso, di cui si tratta, non pure convengo, che il suo giudicio debba preferirsi a quello di qualsivoglia teorico, ma dico non esservi al mondo alcun uomo nè teorico, nè pratico, a cui si debba affidare un tale affare, che a lui solo, a cui è toccata la rara sorte di vederne il successo in tante individuali esperienze; ma se qualche circostanza è varia da un caso all' altro, forza è, o che egli arrischi un tentativo della sua pratica, o che torni a far da teorico adducendo una ragione per cui sia ben sicuro, che la di-

versità di quella circostanza non possa cangiare la riuscita dell' opera.

Tanto ho stimato opportuno di dire per aprire, se possibil fosse, gli occhi ad alcuni, che in negozj d' acque si fanno beffe d' ogni studio teorico, ingannati da questa popolare, ed antica ciancia, la quale non pure va tutto giorno per le bocche di coloro, a' quali giova che così si creda, ma talvolta arriva a trovar fede, e a sedurre il giudicio anco di quelli, che più hanno interesse di non prendere in ciò degli abbagli; concordando io per altro, e concedendo di buona voglia, che in simili affari siccome a nulla serve una pratica troppo cieca, così resti inutile una teorica troppo astratta, e che la perfezione debba consistere in un giudicioso accoppiamento dell' una coll' altra.

Possiamo tuttavia rallegrarci, che a' tempi nostri i periti, e gli ingegneri più saggi nella nostra Italia, fatti accorti della necessità di unire insieme cotesti due studj, abbiano cominciato a gustare colla frequente lettura di questo libro quei fondamenti teorici, che per l' addietro parevano trascurarsi dai più di loro. Il che se continueranno a fare, non dubito che non sieno ben tosto per ridursi a tale di aver essi minor bisogno di matematici per l' invenzione, di quello che i matematici abbian bisogno di loro per l' esecuzione delle più importanti intraprese in materia d' acque.

PREFAZIONE DELL' AUTORE

Ho considerato più volte, dacchè provenga, che le proposizioni matematiche restino provate con ragioni cotanto ferme, che meritino nome di dimostrazioni, e sforzino gl' ingegni degli uomini all' assenso; laddove le fisiche non ammettono, se non motivi probabili che non oltrepassano la sfera del verisimile. Negli andati tempi quando i filosofi si fermavano su la corteccia de' soli nomi, e assegnata che aveano per cagione d' un effetto naturale, o una virtù, o una facoltà, o una qualità, sembrava loro d' essere arrivati all' ultimo termine del sapere, era facile il credere, che la diversa natura degli oggetti della fisica, o della matematica, potesse riputarsi autrice dell' incertezza dell' una, o dell' evidenza dell' altra; a' nostri giorni però, ne' quali gli uomini penetrando più a dentro, e sino al midollo delle cose, hanno cominciato ad assegnare per cagioni degli effetti della natura, non più ideali virtù; ma in luogo loro la grandezza, la figura, e il moto de' primi componenti materiali, non può dirsi che l' incertezza della fisica abbia origine dall' oggetto di essa, quale s' innalzi di gran lunga sopra quello delle matematiche; essendo che la grandezza, e la figura sono pure gli oggetti della geometria, siccome il moto si è quello della meccanica.

Pertanto sempre più resta con gran ragione da dubitare, e da ricercare maturamente, d' onde nasca, che, sebbene restano occupate, l' una e l' altra di queste due scienze, in trattare dell' oggetto medesimo, nulladimeno la matematica si è tanto avanzata, e tutto il giorno così va avanzandosi che sembra di non avere limiti alla sua estensione, ove al contrario, la filosofia naturale, abbenchè nel secolo presente abbia fatto qualche progresso, contuttociò resta così indietro, come se non avesse alcuna connessione colla matematica suddetta: e pure bisogna confessare ch' essa è obbligata di riconoscere tutto 'l suo, qualsisia accrescimento dall' attenzione che hanno avuta i matematici d' impiegare in vantaggio della medesima, le regole della geometria, e della meccanica.

Considerando perciò, che i matematici gelosissimi dell' evidenza delle proposizioni, richiedono ne' loro supposti una perfetta astrazione da tutto ciò che può alterare le conseguenze delle dimostrazioni, il che per fare, assumono delle idee puramente intellettuali, nelle quali non cade alcuna, benchè menoma imperfezione; ove al contrario, i fisici sono tenuti d' ammettere ne' loro supposti tutto quello che concorre, o che può attualmente concorrere alla produzione d' un effetto, mi son persuaso di riconoscere in ciò l' origine dell' incertezza della filosofia naturale; e mi sono confermato in tale credenza col riflettere, che in quelle scienze, nelle quali i matematici prendono a discorrere d' oggetti fisici, come sono l' optica, le meccaniche, l' astronomia ec. si contentano che le loro proposizioni si verifichino dentro una certa latitudine, ed in teorica, poco curandosi, se l' esperienza fa riscontrare nell' applicazione delle medesime, qualche picciola diversità: ed in fatti non sono state ricevute nel numero delle matematiche, anche miste, se non quelle scienze che hanno un oggetto assai semplice, le cui affezioni dipendono, o da una sola, o da poche cagioni; e che ponno essere poco mutate dalle resistenze, o dall' impurità della materia.

La multiplicazione adunque delle circostanze dalle quali, o si produce, o si varia, e s' accresce, o si scema un effetto, è quella che apporta tutta la difficoltà di provare le proposizioni fisiche, colla stessa evidenza, colla quale sono dimostra-

to le geometriche: ed in ciò non v'ha dubbio veruno; poichè chiunque ha avuta mano in cercare delle verità spettanti alla quantità anche astratta, sa bene per prova, quanto difficile si renda il metodo di rinvenirle, quando i supposti si multiplicano oltre il dovere; e non per altro riescono facili gli elementi d'Euclide in proporzione della geometria più recondita se non perchè le loro proporzioni, il più delle volte, poc'altro suppongono che la sola idea, o diffinizione della figura, e se talvolta v'è qualche cosa di più, non dà tormento all'immaginazione per essere conceputa: al contrario riesce astrusa la ricerca della natura delle linee di più alto grado, solo perchè i supposti s'accrescono di numero; e perciò è d'uopo di facilitarne i metodi coll'analisi, che serve d'appoggio, o com'altri dicono, d'estensione all'immaginativa.

Se dunque nella più astratta geometria, il multiplicare i dati serve ad accrescere la difficultà di rinvenire ciò che da quelli può derivare; quanto più tal multiplicazione avrà luogo, in rendere difficile la ricerca degli effetti naturali, e delle regole, con che opera la natura? posciachè, posta sempre la cagione medesima, e parimenti il medesimo soggetto, nel quale dee prodursi l'effetto; anzi data la cognizione di più cagioni insieme operanti, ciascheduna colla sua energia; e supposta la cognizione del soggetto, in ordine a tutte le circostanze, nelle quali esso si trova; dato in oltre per conosciuto il concorso del mezzo, e di tutto ciò che può estrinsecamente fomentare, o alterare, o impedire l'effetto; non è già impossibile, assolutamente parlando (abbenchè oltre ogni credere difficilissimo) di trovare per via di dimostrazione ciò che ne dee succedere, quando tutto il predetto debba operare per necessità di natura; ma non può finalmente aversi in tutti i casi veruna sicurezza, che tutto quello che una volta ha cooperato a produrre un effetto, debba altresì concorrervi un'altra; e che non si varj per conseguenza l'effetto medesimo.

Questa, e niun'altra, è la cagione per la quale i medici hanno bel dare delle regole generali, concernenti alla curazione de' mali, ed al pronostico de' medesimi; perchè ad ogni modo rade volte si troverà che si verifichi universalmente alcuno de' loro aforismi, abbenchè sia esso stato dedotto immediatamente dall'osservazione: e questo anche è il perchè resta screditata la chimica in molti de' di lei più rinomati esperimenti, come pure nota il famosissimo Boile nel suo libro *de Infido experimentorum successu*.

Quindi è che per discorrere dell'opera della natura, non si può batter altra strada che quella, o di considerare le cose individualmente; o pure, volendo formare delle proposizioni universali, di porre fra' supposti quelle sole cagioni, che più frequentemente concorrono a dar l'essere a un nuovo prodotto, e lasciare al discernimento di chi vuole applicarle, la cognizione dello stato individuale di ciascun caso; acciocchè riflettendo alle ragioni, possa dedurne, se, o lo statuito nella proposizione sia in tutto applicabile; o pure se alcun'altra circostanza non considerata nella dimostrazione, possa alterare in qualche parte la verità della medesima; quando però non si voglia procedere per una via puramente matematica, quale è quella di prescindere da tutte le circostanze estrinseche, e di considerare l'effetto, come se fosse dalla sua cagione prodotto nel voto, o dentro d'una materia perfettamente omogenea, il che quantunque possa praticarsi rispetto a certa sorta d'oggetti, che operano con una somma semplicità, come sono il raggio della luce, i tremori del suono, il moto de' gravi ec. non è però sempre praticabile, rispetto a quelle cagioni, che hanno un operar più composto, e più soggetto alle alterazioni.

Ho voluto prepararvi l'animo, miei benigni lettori, col farvi conoscere la cagione dell'incertezza della fisica, acciocchè vediate quello ch'avete da promet-

tervi di me nell'opera che ora do in pubblico sopra la *Natura de' Fiumi*. È questa un trattato fisico per quello che risguarda l'oggetto, che ne meno è de' più semplici; ma il medesimo, rispetto al modo della considerazione, non lascia di appartenere in qualche maniera alle matematiche; avete dunque da prefigervi nella mente, di non aspettare da me, nè in tutte le dimostrazioni, quel rigore che di ragione esigereste da un geometra, nè in tutte le proposizioni, quell'universalità, colla quale sono proferite le asserzioni più astratte. Io vi diedi, alcuni anni sono, la misura dell'acque correnti, nella quale so d'aver camminato con più di rigore, dal che fui obbligato a prescindere dagl'impedimenti, da' quali, o non mai, o quasi mai va scompagnata l'acqua che corre per li canali; ma ora che ho voluto darvi una teorica de' fiumi, non poteva io farlo con una perfetta astrazione, senza incorrere la taccia di fingermi una materia diversa da quella della quale si vale la natura nel formare gli alvei a' fiumi medesimi. Quindi è che necessariamente ha bisognato mettere a conto gl'impedimenti, i quali, perchè sono di tante sorte, e di così diversa natura nell'operare; che riesce moralmente impossibile il ridurli in classi particolari; perciò m'è convenuto considerarli nel loro genere, e dedurne ciò che i medesimi possano, secondo lo circostanze, tanto in alterare il corso dell'acque, quanto in produrre altri effetti che sembrano maravigliosi. Non mi do già a credere di avere esaminati tutti i casi possibili, e considerate in ognuno di essi tutte le circostanze che loro ponno avvenire; essendo, e quelli presso che infiniti, e queste troppo variabili; bensì penso d'avere spiegati gli effetti che più universalmente si riscontrano ne' fiumi, e d'avere dimostrata la connessione che hanno i medesimi colle loro vere cagioni. Nel far ciò credo essermi riuscito di scoprire molte proprietà degli alvei, per l'avanti affatto sconosciute, la cognizione delle quali porgerà a' professori molto di lume alle occasioni, per tenersi lontani da quegli errori, che per lo passato hanno prodotti sconcerti grandissimi; e darà l'apertura a' medesimi di esaminare i loro progetti prima di proporli, poscia di eseguirli colla scorta della ragione. Bisogna confessare; che l'architettura dell'acque ha camminato sin'ora con piede poco sicuro, a cagione del non avere mai trovato chi le dia l'appoggio delle scienze necessario; dal che ancora è proceduto che la medesima è stata ripiena di falsi supposti, e d'equivoci. Io mi lusingo d'averne scoperti molti; e per conseguenza di avere levati altrettanti inciampi alla felicità del di lei progresso, che giova sperare sia per succedere maggiore alla giornata, se i matematici impiegheranno la meccanica, la scienza del moto, e la geometria (scienze affatto necessario) all'avanzamento della medesima; e s'accertino di poter farlo con frutto, particolarmente se travaglieranno attorno quella parte delle meccaniche, la quale sin'ora non è stata toccata da altri che dal Sig. Newton insigne matematico Inglese; ma non in maniera da potersene valere in proposito de' fiumi. L'utilità della materia può persuadere ognuno ad intraprenderne la fatica; poichè difficilmente troverassi altra parte della fisica, la cognizione della quale, più di questa, sia necessaria agli usi degli uomini, essendo pochi i paesi che, o dai fiumi non ricevano danni, o dai medesimi non ne ricavino utile, a misura delle condizioni diverse de' fiumi stessi, e dell'arte, colla quale i popoli s'applicano alla loro condotta.

Quanto a me so d'avere impiegato tutto lo sforzo possibile per promuovere questa scienza; ma non ho potuto farlo che in piccola parte, e rozzamente; perchè avendola trovata quasi affatto incolta, m'è bisognato superare quella massima difficultà, che suole incontrarsi nello stabilimento delle scienze nuove. Ciò che di buono mi sia riuscito di fare, io non lo so; so bene di non avere avuta altra mira in questo mio assunto, che di cooperare alla pubblica utilità; e perciò, quan-

do non vi fosse altro di considerabile in esso, vi sarà almeno il motivo di averne scritto a tal fine, e soddisfatto all'obbligo che a tutti corre di adoperare il proprio, qual si sia talento in pubblico vantaggio. Questo motivo medesimo m'ha fatto uscire di quando in quando dalla pura speculazione teorica, coll'aggiugnere delle regole attenenti alle principali operazioni dell'architettura dell'acque, acciocchè i professori di essa possano, leggendole, ridursi alla memoria ciò che principalmente, merita d'essere considerato nell'esecuzione delle medesime. Ho procurato altresì di rendermi chiaro, quanto ho potuto, sì ne' motivi delle dimostrazioni, tra' quali ho perciò scelti i più facili, e i più famigliari; sì nella frase, nella quale non ho avuto altro oggetto che la chiarezza; sì finalmente nelle figure, che voi dovete interamente all'aggiustatezza del Signore Egidio Bordoni, che nel delineare le medesime, ha voluto, oltre il renderle intelligibili, anco ornarle, col dare sfogo al suo pulito disegno: mentre io per altro non avrei saputo darvi che rozzi sbozzi di pure linee, non bastanti a rendere pienamente instrutti del mio sentimento tutti quelli che, o per genio, o per professione s'applicassero alla lettura del libro.

Rispetto al metodo, voi vedrete che ho distesa la materia in quattordici capitoli, divisi per una parte di essi, in diverse proposizioni provate colle più limpide ragioni che ho saputo, dalle quali ho dedotti gli opportuni corollarj: contengono, e quelle, e questi le principali proprietà de' fiumi, le quali hanno poi servito di base a molte considerazioni, parte, o inserite tra le proposizioni medesime, o aggiunte nel fine de' capitoli; e parte disposte sotto capi particolari. Avrei potuto molto più abbondare nel numero delle proposizioni; ma per isfuggire la soverchia lunghezza, mi sono contentato di portare in luogo loro le semplici asserzioni, aggiungendovi in succinto i motivi per prova: e tanto ho creduto bastare a chi avrà inteso le cose precedenti; il che parimente ho praticato rispetto alle regole date per direzione della pratica. E perchè possano facilmente trovarsi, anche scorrendo il libro, le asserzioni sparse quà e là; in luogo di annotazioni marginali, ho fatto porre in carattere corsivo ciò che ho creduto più particolare. Per fine voglio avvertirvi, che una gran parte delle proposizioni non solo sono fondate sulle ragioni che ho addotte in prova di esse; ma in oltre sono le medesime confermate dall'osservazione, e dall'esperienza: poichè con questi mezzi son'io arrivato a conoscere la verità nelle occasioni, che sin'ora ho avute frequenti di osservare, e considerare, e speculare ad un tempo sopra gli effetti de' fiumi; di far prendere le misure delle cadute di essi ec. Avrei potuto addurvi le predette osservazioni in prova delle proposizioni medesime; ma perchè non l'avrei fatto, che rispetto a quelle de' fiumi, al più dell'Italia, ho voluto piuttosto valermi di ragioni più generali, ed astenermi dalle predette, col lasciare che ciascuno ne' fiumi del suo paese ne riscontri la verità, che servirmi di prove, e d'osservazioni particolari, che nè meno sarebbero state intese da' forestieri. Gradite, benigni lettori, quest'effetto del mio buon desiderio d'impiegarmi in pubblico benefizio. E vivete felici.

TRATTATO
DELLA NATURA DE' FIUMI

CAPITOLO PRIMO.

Della natura de' fluidi in generale, e specialmente dell' acqua, e delle di lei principali proprietà, necessarie a sapersi per la perfetta cognizione di questa materia.

Non è possibile a veruno (per quanto io creda) il ben intendere la natura dell' acqua, se prima non ha ben capita l' essenza, e la costituzione de' corpi fluidi in generale, atteso il doversi quella, senz' alcun dubbio, connumerare fra questi. Per arrivare adunque a tale notizia dee ricercarsi prima, ciò che s' intenda sotto nome di corpo fluido, e secondo, ciò che debba avere realmente, e fisicamente quel corpo che tale viene denominato; o che è lo stesso, quale sia la mentale, e quale la fisica idea della fluidità. Per rinvenire e l' una, e l' altra io la discorro così. Può avvertirsi da ognuno che i Corpi tutti dell' Universo, si concepiscono dagli Uomini, secondo l' apparenza, o come uno, o come molti, e perciò alcuni vocaboli sono determinati a significare un solo individuo, come *Sole*, *Terra ec.* ed altri ad esprimere una congerie de' medesimi, come *Esercito*, *Selva*, *Popolo ec.* Abbenchè però questi ultimi sempre partecipino in qualche modo la ragione dell' unità, non vi è però, chi non sappia, non essere questi che moralmente, un solo individuo; ma bensì un composto indefinito di molti: non così de' primi, ne' quali si concepiscono dal volgo le parti come unite al suo tutto insieme continuate, e quasi cospiranti alla formazione di esso, che perciò è concepito come una cosa sola indistinta in se medesima, e distinta da tutte le altre. Quegli però, che non si fermano del tutto nella corteccia delle notizie volgari, apprendono bene che tutto ciò che viene loro rappresentato da' sensi sotto specie d' un solo individuo, non è che un rammassamento di parti più piccole, una distinta dall' altra, e che unite insieme concorrono alla costituzione del tutto.

Queste parti componenti, o sono così unite una all' altra, che ripugnando all' essere separate, proibiscano che un altro corpo passi fra esse, o no. Nel primo caso i composti si chiamano duri, e quando fosse tale l' unione, ed il contrasto ad essere separate, che non potesse da veruno Agente naturale essere superato, si direbbero i

composti avere una perfetta durezza; ma perchè non se ne danno di tal sorta, quindi è che i corpi naturali si chiamano duri rispettivamente più, o meno secondo la diversa resistenza che fanno le loro parti ad essere separate; e perciò nel secondo caso, permettendo li corpi naturali, che le loro parti siano separate una dall' altra, ciò può farsi in due maniere, o in modo che quelle che restano, non mutino la situazione, e i toccamenti che hanno fra di se; o pure che in luogo di quelle ne sottentrino successivamente delle altre consimili. I primi si chiamano corpi consistenti, e i secondi corpi liquidi; e perchè può essere che le parti, le quali restano nel composto, ne ritengono la primiera situazione, ne entrino immediatamente in luogo delle perdute; quindi è che bisogna aggiungere una terza affezione participante in un certo modo, e della liquidità, e della consistenza, che si chiama mollizie, o lentore, siccome i corpi che la possiedono, molli, o lenti.

Dovrà dunque chiamarsi corpo liquido quello, che essendo considerato come un solo, è permeabile da un altro corpo in modo però che il permeante sia sempre circondato dalle parti di esso; cioè a dire, che queste concorrano immediatamente a riempire il luogo successivamente lasciato da quello: e questa sarà l' idea mentale idonea a farci distinguere i corpi liquidi da quelli che non sono tali.

Per maggiore intelligenza di che, si dee avvertire che alla liquidità si ricercano due condizioni essenziali: La prima è l' unità della sostanza apparente nel corpo, che si chiama liquido; posciachè manifestandosi esso come una congerie di corpi minori distinti, non così facilmente sarà chiamato dall' universale degli nomini corpo liquido; ma bensì una massa di più corpicciuoli, come si dice de' cumuli di arena, di miglio, e simili, i quali abbenchè abbiano qualche proprietà de' corpi liquidi, nulladimeno non ne partecipano il nome; e ciò nasce, perchè la denominazione che si dà loro, è propria del componente che apparisce al senso, e non del composto; ed all' incontro ne' corpi chiamati liquidi, il nome si dà al composto, non alla parte componente, che per essere insensibile non ha avuta la sorte di essere significata con un vocabolo particolare. Di qui nasce, che per la sensibilità, o insensibilità delle parti componenti sono distinti i corpi liquidi da i cumuli, o masse predette, che è una differenza affatto accidentale, e desunta dall' imperfezione de' nostri sensi; mentre per altro non può, che secondo il più, e il meno distinguersi l' essenza de' primi da quella de' secondi. Pure a fine di stare colla significazione comune del vocabolo di *liquido*, è necessario richiedere in esso, come condizione essenziale, l' unità.

L' altra condizione è, che il liquido sia permeabile, senza però lasciare aperto il luogo del passaggio, che è lo stesso che dire; che

il corpo permeante sia sempre circondato, ed abbracciato dal corpo permeato. In questa condizione però vi sono alcune apparenti difficoltà, perchè non potendo succedere il liquido nel luogo abbandonato dal permeante, che per causa di un conato vincendevole che abbiano tutte le parti componenti fra loro; supponendo separato da esse questo conato, non potrebbero che seguitare le direzioni de' moti impressi dal permeante, e così in molti casi non succederebbero nel luogo di esso; onde è, che tal composto non dovrebbe più chiamarsi liquido, e pure non pare che si muti essenzialmente la di lui natura. Ciò però non ostante egli è evidente, che in tal caso non potrebbe esso chiamarsi che un corpo semplicemente permeabile: poichè in sostanza la liquidità è così connessa col moto, o almeno con la potenza motiva delle parti, che non può, ne meno dall' intelletto separarsi da esso. Pare in oltre, che un corpo possa passare per mezzo di un altro con moto così tardo, che sebbene questo non si chiami liquido, nulladimeno però possa sempre tenerlo circondato durante il suo passagio; ma può dirsi che non basta che ciò succeda rispetto ad un certo grado di velocità nel permeante; ma bensì rispetto a tutti li possibili, e che sia un indizio di lentore non di una vera liquidità il circondarsi sempre il corpo permeante, quando questo si muove tardamente, non quando si muove più veloce. E se bene può per lo contrario intendersi tal grado di velocità nel corpo permeante che non possano immediatamente portarsi ad abbracciarlo le parti del liquido: si dee avvertire, che ciò sarebbe necessario in un corpo perfettamente liquido, ma non negli altri, a' quali s' attribuisce maggiore, o minor grado di liquidità, secondo che più, o meno prontamente le loro parti succedono nel luogo del permeante; e perciò la liquidità anch' essa è una affezione relativa. Pochi perciò, per non dire nessuno, sono i liquidi che non abbiano qualche lentore, il quale per appunto si discerne fra gli altri motivi, anche da quella poca difficoltà che impedisce le loro parti d' unirsi al di dietro de' corpi, che dentro di essi si muovono.

Vogliono alcuni, che tutte le parti della materia siano gravi, cioè, che abbiano un conato intrinseco, o se non tale, almeno originato da una cagione perpetuamente operante, che le spinga verso un punto determinato, il quale si chiama centro de' gravi. Ma altri ammettendo bene, che nel mondo sublunare la materia tutta sia affetta di questo conato, lo niegano alla materia celeste, alla quale danno alcuni una certa tendenza verso il Sole. Io non voglio entrare quì a decidere questa controversia; ma supponendo almeno come possibile, che la materia non sia tutta grave, bisogna dire che vi possano essere fra liquidi altri gravi, ed altri no. I primi perchè hanno la loro tendenza al centro che li obbliga ad accostarsi, quanto più ponno, al me-

desimo, e perciò (trovandosi liberi dagl' impedimenti) a portarsi verso di esso con una maniera di moto, la quale con vocabolo latino si dice *fluxus*, si chiamano perciò specialmente fluidi; ma gli altri liquidi che non sono stati creduti dagli uomini, affetti di gravità, come l' aria, e l' etere, sono stati da' più accurati detti semplicemente corpi liquidi, o spirabili, avendo loro negato il nome di fluidi, perchè gli hanno creduti inetti a fluire. Ciò che siasi di questa distinzione io osservo, che tra fluidi, cioè liquidi gravi, fra' quali annovero l'aria, con la comune de' più sensati fisici, altri sono compressibili, ed altri nò; cioè a dire, altri ponno da una mole maggiore ridursi ad una minore senza alcuna perdita della propria sostanza, ed altri contro qualunque sforzo mantengono la loro quantità senza accrescerla, o sminuirla, che coll' addizione, o detrazione d' altra materia. L' aria è il solo fluido compressibile, o elastico, che si abbia, per quanto fin' ora si sa, nella natura; tutti gli altri sono incompressibili, come l' acqua, l' olio, il vino ec. e se bene, pare che alcuno di essi sopporti qualche piccolissima, ed insensibile compressione ciò probabilmente nasce delle minime bolle di aria, che stanno racchiuse nella tessitura delle parti di esso.

(1) Ma egli è omai tempo, che dall' idea puramente mentale, che abbiamo portata del liquido, passiamo a darne l' idea fisica, cercando quale sia la natura di esso, idonea non solo a rendere la ragione della prima, ma anche di tutte le altre proprietà, che ne' liquidi si manifestano. Noi abbiamo detto che il liquido è quello che è permeabile da un altro corpo, di maniera che il permeante sia sempre

---

(1) A tempi ne' quali fu scritta quest'opera erano gli studj della maggior parte de' filosofi quasi unicamente rivolti ad iscoprire, se possibil fosse, la figura, la tessitura, i movimenti, o le altre affezioni meccaniche delle menome particelle, che costituiscono ciascuno de' corpi naturali, persuadendosi, che da ciò dipendesse l' ultimo compimento della scienza fisica, e la perfetta cognizione della natura, i cui effetti non da altri principj supponevano doversi riconoscere che da due soli: materia, e moto. Fra quelli che con maggiore studio, e con più attenta meditazione si adoperarono in così fatto ricerche singolar lode certamente merita il nostro Autore, come si può scorgere dalle sue belle osservazioni intorno le figure de' sali, dal trattato del principio sulfureo, e da questo primo capo dell' opera, che abbiamo per le mani, in cui prende a indagare le figure de' componenti di que' fluidi, ch' egli chiama naturali: l' acqua, l' aria, l' etere, ed il mercurio.

Ma comechè egli abbia sopra tale argomento forse più d' ogni altro scrittore ragionevelmente filosofato, mostrando nel presente capo per mezzo delle prime cinque proposizioni, e de' loro corollarj potersi spiegare tutte, e quasi tutte le principali proprietà dell' acqua (della quale era suo principale intendimento di ragionare) supposte le particelle di essa di figura sferica; convien confessare che una tale ipotesi è soggetta a difficultà non disprezzabili, delle quali una sentii già

circondato da esso; bisogna adunque che il liquido s' accomodi sempre alla superficie del corpo permeante, ed acciò che questo siegua, è necessario che le parti di quello siano spinte verso il luogo abbandonato da questo. Tale spinta può essere cagionata o dal moto del medesimo permeante, dal quale (impressa che sia alle parti immediatamente contigue, ed opposte alla di lui direzione) venga poi comunicata successivamente alle altre, e ribattuta dalle resistenze trovate, all' indietro, in maniera che si faccia una circonpulsione sino al luogo abbandonato dal mobile, come può succedere ne' puri liquidi: o pure può essere originata da qualche principio interno, o universale, come dalla gravità, o dalla forza elastica ne' corpi fluidi. In questi comechè la facilità di accomodarsi alla figura del mobile nasce da uno dei due accennati principj, così è necessario che da questi medesimi derivi una simile pronta disposizione di accomodarsi alla figura di un vaso che li contenga, senza la resistenza del fondo, e sponde del quale la muterebbero sino a figurarsi sfericamente attorno al centro de' gravi, o pure sino a quietarsi in un altro vaso che li contenesse. Quindi è che la fluidità strettamente presa può definirsi, come

---

proporre dall' acutissimo filosofo, e matematico il Sig. Co. Jacopo Riccati, ed è: che se l' acqua non fosse che un aggregato di piccole sfere, le quali insieme si toccassero (siccome l' autore ha dovuto supporre che si tocchino) e che fossero solide, o piene, e non già vuote (che tali appunto pare che egli le ponga nel §. *io ho pensato più volte*, non ammettendo altro vacuo, che quello che rimane negl' interstizj delle particelle dell' etere) non pare possibile spiegare come si trovi in natura alcun corpo o fluido, o solido che ecceda del doppio, anzi a molti doppj, la gravità specifica dell' acqua, laddove certamente alcuni ve ne hanno, e fra questi l' argento vivo, che ben 13, o 14 volte l' eccedono. Imperocchè posto a cagion d' esempio un vaso cubico tutto pieno di sferette di tal grandezza quale si vuol supporre quella de' menomi componenti dell' acqua, facil cosa è il dimostrare, che la somma degli spazj, che tra le sferette rimangono vuoti sempre è minore della somma delle solidità di tutte le sferette; e perciò quando, rimosse queste, s' intendesse il medesimo vaso tutto pieno di qualunque altra materia, che non lasciasse alcuno interstizio fra le sue parti (che è quel più di materia, che da un tal vaso possa essere contenuto) non potrebbe la quantità di tal materia essere ne pur doppia di quella di tutte le sferette che capivano nel vaso; dal che siegue non potersi trovare alcun corpo, il cui peso specifico giunga al doppio di quello dell' acqua, giacchè per sentimento comune de' filosofi (e che pare comprovato dall' esperienza, per cui si osservano tutti i corpi solidi cadere, prescindendo dalle resistenze, con velocità eguali) le quantità di materia contenute in ciascun corpo o solido, o aggregato di più solidi, sono proporzionali a' pesi degli stessi solidi.

Ma comunque sia della verità di questa, o di altre simili ipotesi fisiche, egli si vuole avvertire che sebbene il nostro autore prende a dedurre le proprietà de' fluidi dalla supposizione delle loro figure, non intende tuttavia che quelle dottrine che egli è per esporre intorno al corso delle acque, sì necessariamente

fece Aristotele, per una pronta disposizione che hanno i corpi di accomodarsi alla figura de' continenti, originata dalla gravità delle parti che li compongono; e perciò non potendo mutarsi la figura d' un corpo senza che le di lui parti mutino sito, ed i contatti vicendevoli, o strisciando una sopra l' altra, o staccandosi d' insieme; è necessario che la connesione delle parti di un corpo fluido sia o niuna, o così piccola che la gravità di esse ne possa prontamente superare il momento: dico la gravità, perchè essendo la forza elastica sempre eguale alla comprimente, ed essendo questa per lo più la gravità medesima del fluido, o pure potendo equivalere ad essa; poco importa che si consideri la forza elastica immediatamente operante, o pure in luogo di essa il peso, dal quale la medesima prende la sua possanza.

Questo gran distaccamento di parti ne' fluidi, siccome è evidente, così è ammesso da tutti i fisici, li quali ancora convengono che esso debba essere di maniera, che una particella non possa riposare quietamente, e stabilmente sopra di un' altra, come farebbero due cubi; ma debba stare in una continua vacillazione, ed indigenza di un sostegno laterale, come se si volessero porre più sfere, o palle d' artiglieria una sopra l' altra, le quali se bene, teoricamente parlando, ponno sostentarsi, se li punti tutti de' contatti, e i centri di gravità

---

dipendano da tale supposizione, che senza di essa non potessero essere bastantemente provate. Assai certo è tutto quello che appartiene al suo principale argomento sol che sia vera la sesta proposizione di questo capo, anzi pur solamente il secondo, e il terzo corollario di essa, i quali corollarj (come vedremo nelle note seguenti) vengono sì costantemente confermati dall' esperienza, che si ponno prendere come primi principj in questa materia. Quindi è che abbiamo stimato meglio tralasciare qualche annotazione, che ci sarebbe occorso di fare a queste prime proposizioni concernenti la figura sferica delle parti de' fluidi, per passare a ciò che più da vicino appartiene al movimento dell' acque, stimando che i principj di questa scienza abbiano assai più saldi fondamenti nell' esperienza, che in qualunque discorso, comecchè ingegnoso de' filosofi. Un tal modo di filosofare è anco più conforme al genio del secolo in cui scriviamo, nel quale già pare che comincino a andare in disuso quelle sottili conghietture intorno alla figura, e alla costituzione delle particelle de' corpi naturali, o sia per diffidenza di spiegare gli effetti della natura co' soli principj meccanici (come dopo il Cartesio si era cominciata a lusingare la maggior parte de' fisici) o sia per disperazione di colpir nel segno nell' addattarli a fenomeni particolari. Quindi, come saggiamente avvisa il cavalier Newton, più sano consiglio è il ridurre lo studio della filosofia naturale al cercare colle osservazioni le leggi della natura, e poscia secondo queste leggi predire ne' casi particolari quali debbano essere i fenomeni, giacchè tanto per l' appunto può bastare per gli usi della umana società (al cui profitto debbono essere indirizzati gli studj degli uomini) lasciando l' investigazione delle prime cagioni a chi stima di non impiegare inutilmente il suo tempo nel rintracciarle.

siano in una linea retta perpendicolare all'orizzonte; nulladimeno però per ogni, anche menoma cagione, quando non fossero sostenute dalle bande, si sconcerterebbe la loro situazione perpendicolare, e rovinando al basso cercherebbero qualche sostegno. Non s' accordano però tutti gli autori in assegnare la causa del predetto distaccamento; poichè altri vogliono che ne' fluidi vi sia una certa perenne agitazione, che tenga in continuo moto le parti tutte de' componenti di essi; e di fatto per ispiegare la fusione de' metalli, e la liquefazione della cera, e delle resine (che non sono altro che il passaggio delle dette sostanze dallo stato di firmità, o consistenza a quello di fluidità) bisogna ricorrere al moto impresso nelle parti di esse, o dal calore, o da altro; anzi nell'acqua medesima si osservano le vestigia, e gli effetti d' un moto insensibile, come sono la dissoluzione de' sali, e l' estrazione di diverse tinture ec. Altri però hanno creduto non aversi veruna necessità di ammettere questo moto ne' fluidi, mentre la loro natura può egualmente spiegarsi per la sola figura de' minimi componenti; come per la sferica, sferoidea, e simili, le quali non ammettono per qualunque verso si voltino il contatto con le vicine, che in un sol punto, o in una sola linea; abbenchè altri, secondo la diversità de' liquori, abbiano eletta la figura ottaedrica, dodecaedrica, ed icosaedrica, e non sia mancato chi ha creduto l' acqua essere composta di più cilindri sottili, e flessibili a modo di anguillette, pensando che con questa, più che con qualsivoglia altra figura si possano rappresentare, e la natura, e le affezioni tutte che le accadono. Io non voglio farmi partigiano di alcuna delle sopradette opinioni; ma più tosto cercando di conciliarle m' appiglio a credere, che de' corpi fluidi se ne trovino di due sorti; altri cioè, ch' io chiamo fluidi artificiali, o più tosto corpi liquefatti, ed altri fluidi naturali, o liquori. I primi non si può negare che ricevano la loro fluidità da una agitazione violenta, che sconcerta le parti, e toglie loro quell' unione, la quale per altro affettano, onde al cessare di essa agitazione ben presto ritornano alla primiera coerenza: e questi sono tutti quelli che all' accrescersi l' energia della causa liquefaciente, sortiscono proporzionalmente maggiore fluidità, e col diminuirsi di quella la vanno perdendo; ma i secondi abbenchè non siano mai privi di moto, attesa la facilità che hanno di ubbidire a qualunque impressione, mercè il perfetto equilibrio, in cui d' ordinario si trovano; ad esso però non devono principalmente il loro fluore, ma bensì alla figura delle proprie parti, qualunque ella sia purchè dotata di qualche curvità: e questi si distinguono da' predetti, perchè mantengono i gradi della propria fluidità in ogni proporzione di moto che in loro si trovi: e se vi fosse qualche fluido, come io credo ve ne siano molti, che riconoscesse il proprio essere dall' uno, e dall' altro

degli accennati principj, io mi lusingherei di poterlo distinguere dagli altri due, coll' osservare i gradi della di lui fluidità accresciuti, o scemati, all' accrescersi, o scemarsi dell' agitazione, ma non in proporzione di essa.

Troppo mi dilungherei dall' assunto intrapreso s' io volessi qui mostrare che possono salvarsi colle supposizioni predette tutti i fenomeni appartenenti alla fluidità, o più tosto valermi de' medesimi per dimostrare la verità de' supposti; solo adunque mi do a riflettere non ricercarsi veruna determinata figura ne' componenti de' fluidi artificiali, potendo la violenza del moto superare ogni momento di coerenza fra' medesimi, o provenga questa immediatamente dalla configurazione de' minimi del composto, o pure da una pressione esterna, che produca effetto maggiore nelle figure terminate da superficie piane, e che hanno fra di se maggiori toccamenti; ed in fatti non v' è sostanza che a forza di fuoco o non si dissolva, o non si liquefaccia. Vero è che un medesimo grado di moto può rendere fluida una sostanza determinata, e lasciare nella sua quasi primiera fermezza un altro corpo che richiederà un grado di agitazione molto più grande, per essere liquefatto; e ciò proviene, non dall' efficiente che si suppone invariato, ma bensì dalle diverse circonstanze fra le quali ha gran luogo la figura delle parti ed il modo di combinazione che hanno fra loro medesime. Si ricerca bene in tutti li fluidi che le parti staccate l' una dall' altra siano insensibili, di modo che non lascino fra loro apparenti interstizj, e perciò è necessario che il moto predetto possa sminuzzare in parti simili la sostanza del corpo, s' egli deve chiamarsi un fluido più tosto che un cumulo di frangimenti; siccome fa di mestieri che le parti sminuzzate conservino fra loro la contiguità, se il corpo si ha da dire liquefatto, e non risoluto in varie sostanze o in vapori; e perciò non si riducono alla fluidità per forza di fuoco violento, che le sostanze più fisse, quali sono le terree, e le minerali.

Ma ne' fluidi naturali, oltre le dette condizioni, è necessaria una determinata figura, per cagione della quale una parte non possa avere gran connessione colle vicine, quale sarebbero o la sferica, o la sferoidea, o altre simili; poich' egli è certo, che toccandosi queste figure in un sol punto, non ponno avere molto contatto, e per conseguenza ne anche gran connessione di parti. Noi abbiamo detto di sopra, che i cumuli, o masse, per esempio, di miglio, d' arena, di limatura di ferro, e simili hanno gran similitudine co' fluidi, da' quali non sono differenti, forse che nella grandezza delle parti componenti, nella diversa pulitezza delle medesime, e nella condizione della figura più regolare; e perciò vediamo, che simili cumuli tanto più partecipano le proprietà de' fluidi, quanto le granella sono più piccole, più liscie di superficie,

e meno angolari; ond' è che se noi c' imagineremo, per esempio, uno di questi cumuli formato di particelle minutissime, e per conseguenza insensibili, di figura curva, e di superficie ben tersa, di modo che non possa impedire lo strisciamento dell' altre parti sopra di se; noi avremo o un vero fluido, o almeno un esattissimo modello di esso, senza che a renderlo tale concorra alcuna efficienza di moto.

Non occorre affaticarsi molto in cercare diverse figure, secondo la diversità de' fluidi, abbenchè il numero di essi sia indefinito; perchè trattandosi di fluidi artificiali, o misti, ogni figura, come si è detto, può soddisfare, potendo, la violenza del moto superare quel più di resistenza che proviene dalla medesima: e per li fluidi naturali egli è certo, che non sono molti se si prendono nella loro semplicità; e forse fra quelli che si sanno, non v' è che l' acqua, l' aria, e l' argento vivo. Per gli altri corpi fluidi può bastare o la mistura dell' acqua in sufficiente abbondanza, che li renda tali, o pure quella degli altri fluidi naturali sopra enunciati, dipendendo ogni loro diversità dalla varia mistione, proporzione ec. delle materie, o saline, o solfuree, o terree, o bituminose, o d' altra natura. Basta dunque di determinare la figura delle parti di detti tre fluidi, per intendere la natura della fluidità di tutti gli altri che da essi la partecipano.

E cominciando dall' acqua, egli è manifesto per testimonio de' nostri sensi, ch' ella è trasparente, e ponderosa, ma non eccessivamente; e di più, ch' ella non è compressibile, cioè che non può ridursi per forza esterna in un luogo minore di quello ch' essa naturalmente occupa, prescindendo dalla rarefazione, e condensazione che patisce nell' introdursi, e partirsi da quella il calore. Per ispiegare queste affezioni, basta supporre che le parti dell' acqua siano sferiche: posciachè, per quello che riguarda la fluidità, toccandosi le sfere in un sol punto, egli è evidente, che i contatti saranno indivisibili, e perciò, o niuna, o quasi niuna sarà la coerenza delle parti. La trasparenza è facile da spiegarsi col mezzo de' pori che necessariamente devono lasciare le sfere insieme combinate, i quali saranno disposti in linee sensibilmente rette, non potendovi mai essere altro divario che il semidiametro di una di dette sferette ch' è insensibile, e tale che non potressimo assicurarci con qualsisia diligenza di tirare sopra un foglio di carta una linea ben diritta, che non avesse sinuosità maggiori di quelle, che in questo supposto si concepiscono nella rettitudine d' un raggio di luce, che passi per gl' interstizj lasciati da dette sferette: ed in fine l' incompressibilità, ed il peso nasce dalla solidità di detti componenti, e dal non potersi ristringere li pori predetti.

Rispetto al mercurio è necessario salvare in esso, oltre l' essere di fluido, anche la grande ponderosità, e l' opacità, il che non è così facile da ottenersi. Noi sappiamo che il peso assoluto de' corpi,

nasce dalla quantità della materia che li compone, ed il peso specifico de' medesimi è dovuto al più, ed al meno della materia compresa sotto una mole eguale. Egli è in oltre probabile, ed accettato da' migliori fisici, che la diafaneità provenga dalla rettitudine de' pori, i quali si trovano nelle sostanze diafane, purchè essi siano permeabili da quella materia, che è il soggetto della luce; e perciò, o non avendo un corpo poro veruno, o avendone, se essi saranno disposti in linee sensibilmente oblique; o se pure saranno piccoli a segno, che non possa penetrarvi con libertà la sostanza eterea, che verisimilmente si crede la base della luce, o ch' ella non possa mantenere, durante il passaggio per essi, le agitazioni ricevute dal corpo luminoso; è necessario che succeda l' opacità. Quindi è che per ispiegare le accennate affezioni dell'argento vivo, bisogna supporre che le di lui parti, qualora siano semplici, ed elementari (come parmi di dovere ragionevolmente asserire) posseggano tal figura che non permetta, se non minimi contatti. E perchè tal sorte di toccamento produce per necessità molti interstizj, e pori; perciò non potendosi unire alla natura del fluido omogeneo la loro deficienza, o obliquità, è necessario che essi siano picciolissimi, anzi tanto pochi, che il loro difetto basti a supplire alla prevalenza del peso specifico. Tutto ciò mi è paruto potersi ottenere, ponendo che le parti del mercurio siano di figura sferoidca, ma tale che il di lei diametro maggiore abbia una grandissima proporzione al minore, il quale debba essere non molto più grande di quello di una particola d' etere, e ciò perchè l' interstizio resti tanto piccolo, che l' etere predetto vi passi sì, ma non con libertà, e che perciò la di lui azione, nella quale consiste l' essenza della luce, o venga a perturbarsi, o resti insensibile. La grandezza del diametro maggiore di esso sferoide serve ad ispiegare la ponderosità di esso, perchè sminuisce il numero degl' interstizj, e per conseguenza dà luogo a maggior copia di materia.

L' unione dell' elastica, o sia compressibilità colla natura del fluido naturale, che si osserva nell'aria non è stata sin' ora sufficientemente spiegata. La maggior parte de' fisici si accordano nel dire, che l' aria è composta di parti di figura spirale, il che io non negherei; ma non sarei già facile ad approvare la spirale rivoltata intorno ad un cilindro, o pure ad un cono, e molto meno la semplice figura arcuata, perchè tal sorta di figure, o contrasta alla fluidità, o non soddisfa appieno alle condizioni dell'elastica. Quindi è ch' io più tosto eleggerei una spirale avvolta intorno ad una sfera, di maniera che le distanze delle rivoluzioni fossero permeabili dalla sola materia eterea, che perciò potesse riempire le capacità della sfera medesima. Con tal supposto egli è chiaro che si spiega perfettamente la fluidità sempre permanente dell'aria; posciachè siccome un gran cumulo di sferette di

filograna potrebbe dirsi godere qualche sorta di fluidità, così la medesima non può negarsi all'aria, se le di lei parti siano simili ad una di quelle. In oltre è evidente la compressibilità, potendo ognuna delle rivoluzioni spirali sottentrare, o almeno accostarsi al piano della vicina, di maniera che tale sferetta possa comprimersi, e compressa che sia, dilatarsi per la lunghezza dell'asse delle rivoluzioni medesime. E perchè tali compressioni riducono la spirale predetta dalla configurazione di una sfera a quella d'uno sferiodo, il quale è capace egualmente che la sfera, a produrre la fluidità, manifestamente apparisce, che l'aria compressa, o dilatata che sia, non accresce, o sminuisce l'essere suo di fluido, ma è necessario ch'ella lo conservi sempre; se pure non vogliamo porre tale la distanza delle rivoluzioni, che possano tutte spianarsi in un cerchio massimo della sfera medesima, nel qual caso pure dovrebbe mantenersi qualche sorte di fluidità.

La predetta figura ha un'affezione particolare, che difficilmente si trova nell'altre ipotesi, ed è che tale spirale sferica può essere compressa al lungo dell'asse, da qualunque lato riceva ella i conati della forza comprimente, siasi questa o esterna, o fatta dal peso delle parti superiori del medesimo fluido; anzi se noi vorremo ammettere un moto qualsisia nell'etere che lo porti a traverso di tutte le sostanze composte (come per salvare moltissime apparenze, pare necessario doversi fare) non sarà difficile nel medesimo supposto trovare la causa della stessa forza elastica; poichè posto che una forza comprimente abbia così ristrette insieme le rivoluzioni della spirale predetta, che l'etere non possa con libertà passare fra l'una e l'altra; di necessità, tentando egli l'entrata, dovrà far forza per allargarle, e scostarle una dall'altra, e questa forza sempre dovrà essere maggiore, quanto più ristrette fra di se saranno le rivoluzioni della spirale. Ecco adunque la causa, per la quale le parti dell'aria, compresse che siano, tentano continuamente di ridursi a mole più grande, nel quale conato consiste la forza elastica. Per ultimo si manifesta la cagione del poco peso dell'aria, attesa la poca materia che compone la di lei sostanza, e le grandi vacuità che per conseguenza risultano non solo tra una sfera, e l'altra, ma anche dentro la corporatura di ciascheduna di esse.

Io ho pensato più volte quale differenza debba porsi fra le parti dell'acqua, e quelle dell'etere, il quale se bene è un liquido che niente si manifesta per se medesimo a' nostri sensi; rende però con li proprj effetti altrettanto chiara la sua esistenza a chi lo risguarda con gl'occhi d'una ben purgata ragione. Dopo molte meditazioni finalmente mi sono fermato a credere che la figura delle parti dell'uno, e dell'altro sia la medesima, e che la differenza tutta, per quello

spetta, alla materia, sia constituita nella mole di esse, di gran lunga maggiore nell'acqua, che nella sostanza eterea, o per quello che appartiene alla diversità delle affezioni, consista questa nella varietà de' movimenti, da' quali è agitata l'una, non l'altra sostanza. Se ciò vorrà supporsi, facilmente se ne potrà dedurre, che l'etere contenuto dentro una mole eguale, per esempio di un piede cubo, ha meno di materia di quello abbia verun altro corpo, avvegnachè i di lui interstizj, come che fatti dalle più picciole figure che siano fra le parti materiali dell'Universo, non possono essere riempiti d'altra materia, e per conseguenza restano vuoti; dove quelli degli altri corpi, essendo aperti alla sostanza eterea, non hanno dentro di se altre vere vacuità, che quelle che restano fra le particole della medesima. Ho detto *vere vacuità*, perchè se devo confessare il vero, non molto mi convincono gli argomenti di Cartesio, con li quali pretende egli di provare l'esistenza d'una sostanza più sottile dell'etere che riempia tutti gl'interstizj degli altri corpi, chiamata da esso primo elemento.

Sin qui abbiamo supposto, ma non provato, che le particole de' fluidi siano orbicolari, e precisamente che quelle dell'acqua (il che è il nostro principale intento) siano sferiche; ora è necessario darne qualche pruova in modo, che non resti luogo di dubitare della verità di tale ipotesi. E perchè delle cose di fatto non si può avere altra evidenza, che quella la quale nasce o dall'apprensione immediata, come succede nella cognizione che si ha di esse per mezzo de' sensi, i quali nel nostro caso non arrivano a darcela; ovvero dalla coerenza degl'effetti sensibili colle idee fisiche formate nell'intelletto per ispiegarli; ci daremo a dimostrare, che posto che l'acqua sia un aggregato di picciole sferette gravi, devono succedere quegli effetti che giornalmente s'osservano esser proprj di essa, e degli altri fluidi che da essa hanno la fluidità. Io suppongo le sferette dell'acqua gravi senza stare a cercare d'onde provenga la loro gravità; perchè tale ricerca è più propria della fisica, o della statica, che di questo trattato. Non si può per tanto negare ch'ella si trovi nelle particelle de' fluidi, perchè essendo essi gravi, bisogna che tali siano per la gravità delle proprie parti, siccome devono la propria mole all'aggregato delle picciole molecole che li compongono.

Prima però di venire alle dimostrazioni, egli è necessario di premettere alcune definizioni per maggiore facilità del discorso. Per fare adunque strada alle medesime, si avverta, che del fluido del quale abbiamo a parlare, si debbono intendere le parti contigue, e perciò dovendosi toccare, e supponendosi esse sferiche, sarà il contatto in un punto, per lo quale passerà la linea che connette li centri. Supponiamo ora che si trovino più sfere A, B, C, D, (*fig.* 1.) le quali

abbiano i centri nella linea AD, questa (1.) si chiami *linea de' centri*, e la serie delle sfere predette si chiami (2.) *linea di sfere*. Due di queste linee contigue, e paralelle ponno combinarsi in due maniere, cioè, o supponendo che la seconda linea di sfere sia talmente situata con la prima AD, che l'altra linea de' centri AE stia ad angoli retti con la AD; ovvero supponendo che faccia colla medesima angoli obbliqui, come AG. Nel primo caso egli è evidente, che le quattro sfere A, B, N, E, faranno spazj quadrangolari; ma nel secondo, come che tre sfere concorrono a fare uno spazio, sarà ognuno di questi triangolare, come quello ch'è fatto dalle sfere A, G, B. Nell'una maniera, o nell'altra, se tutte le sfere avranno i centri in un medesimo piano, (3.) si dica questo *piano de' centri*, e (4.) le sfere tutte *piano di sfere*, il quale (5.) se sarà orizzontale si chiami *strato*, e questo nella prima combinazione (6.) si nomini *piano*, o *strato retto*, e (7.) nella seconda *strato*, o *piano obbliquo*.

Sopra di uno strato si ponno intendere parimente situate in due maniere le altre sfere che formano l'altezza di una massa di esse: cioè supponendo prima, che sopra ogni sfera insista a prependicolo un'altra sfera, di modo che la linea che connette il centro della sfera superiore con quello dell'inferiore, sia perpendicolare alle due AE, AB dello strato retto, ed alle due AB, AG dello strato obbliquo; o pure che insistendo la sfera superiore a perpendicolo sopra gli spazj (siano triangolari, o quadrangolari) la linea che congiugne li centri delle sfere superiori ed inferiori, sia obbliqua al piano sottoposto. Io rigetto la prima maniera, abbenchè abbracciata dal Ciassi, e dal Signor Varignon, perchè io non so darmi ad intendere, per qual cagione le sfere del secondo strato non abbiano a posarsi nel luogo più basso che dà loro un appoggio più stabile di tre, o quattro sfere di base, più tosto che nel più alto, sul quale stanno in bilico, posando sopra un sol punto. Assumendo adunque che le sfere del secondo piano superiore insistano agli spazj lasciati tra le sfere del primo: io osservo che o si pongano nel piano orizzontale gli strati obbliqui, o pure i retti, necessariamente dee succedere nella massa delle sfere il medesimo modo di combinazioni; poichè nell'uno, e nell'altro caso ogni sfera resta circondata da dodici sfere, i contatti vincendevoli delle quali lasciano spazj, alcuni de' quali sono triangolari, altri quadrangolari, cioè otto de' primi, e sei de' secondi, come può ogn'uno osservare facendone la combinazione, e come si può anche facilmente dimostrare. Credo nulla dimeno che vi sia qualche cagione che determini gli strati ad essere più tosto retti, che obbliqui, e perciò valerommi nelle seguenti dimostrazioni di tale supposto, col quale anche meglio, e più facilmente si arriva alle dimostrazioni.

Si consideri dunque che posto uno strato retto, ogni sfera superiore, insistente ad ognuno degli spazj del piano inferiore, tocca quattro sfere, come la sfera soprapposta allo spazio R tocca, e s'appoggia sopra le quattro L, N, O, P; e perchè sono posti intorno ad ogni sfera quattro spazj, perciò ogni sfera del piano inferiore come N, sarà toccata, e premuta da quattro delle superiori insistenti agli spazj R, S, T, V. Ora o sia la sfera R premente le quattro sfere predette, o pure la N premuta da altre quattro, connettendo con rette linee li centri della premente, e delle quattro premute, o pure quelli della premuta, e delle quattro prementi, formeranno queste la metà di un ottaedro; posciachè i centri delle quattro premute sono disposti negli angoli d'un quadrato NP, il cui lato è LN doppio del semidiametro, e perciò eguale al diametro delle sfere. E similmente le linee che da N, L vanno al centro della sfera soprapposta allo spazio R passando per lo contatto di esse faranno un triangolo, del quale ognuno de' lati sarà eguale al diametro d'una sfera, cioè al lato NL della base quadrata; sarà adunque un triangolo equilatero, e la figura formata dalle linee connettenti questi centri sarà terminata da un quadrato, e da quattro triangoli equilateri; e perciò farà un mezzo ottaedro. Nella stessa maniera si dimostrerà, che le linee le quali congiungono i centri della sfera N premuta, con quelli delle quattro prementi, faranno un mezzo ottaedro eguale di lato al predetto, tra' quali non sarà altra differenza che di sito, essendo in un caso la base NP nel piano inferiore, ed il vertice nel superiore, e nell' altro caso la base TR nel piano superiore, ed il vertice N nell' inferiore. Posto ciò si vede ben chiaro, che tutte le sfere insistenti agli spazj del piano inferiore formeranno un secondo piano di sfere paralelle al primo, le quali vicendevolmente si toccheranno; e che li predetti ottaedri rivoltati colle cime l' una contro l' altra, riempiranno lo spazio, lasciando tra di se interstizj tetraedrici, come è stato dimostrato da noi nelle *Riflessioni filosofiche*. Essendo adunque che nel mezzo ottaedro, l' asse, cioè la linea tirata dal vertice al centro della base, cada ad angoli retti sul piano di essa: quindi è che la linea perpendicolare verso il centro de' gravi, tirata dal vertice della piramide premente, passerà per lo punto R centro del quadrato NP, e dello spazio R; e similmente la linea tirata dal vertice N al centro del quadrato TR, che si dee intendere nello strato superiore sarà verticale. E perchè l' asse dell' ottaedro fa col lato di esso un angolo semiretto, quindi è che la direzione colla quale la sfera insistente a R, spingerà le sfere sottoposte N, L, P, O sarà semiretta. Ciò premesso, veniamo alle proposizioni.

PROPOSIZIONE PRIMA.

Se sarà uno strato retto di sfere, e sopra di uno de' di lui interstizj sarà situata un'altra sfera, premerà questa le quattro sottoposte egualmente, sì per la linea perpendicolare, che per l' orizzontale.

Sia sopra l' interstizio R (*fig.* 1.) posta una sfera, la quale, come si è detto, poserà sopra le quattro L, N, O, P: dico che questa premerà la sfera N, colla forza perpendicolare eguale a quella colla quale la medesima sfera superiore spingerà orizzontalmente la sfera stessa N (*fig.* 2.). Posciachè intendasi che la sfera superiore sia Y, la quale prema la N con una qualsisia forza che noi esprimeremo colla linea YN, e da Y si tiri verso il centro de' gravi la perpendicolare YR, e per N l' orizzontale NR; è dimostrato dalla scienza meccanica, che la forza obbliqua YN operi spingendo la sfera N, per la direzione YN con due forze, una perpendicolare, l' altra orizzontale, e che queste hanno alla forza YN la medesima proporzione che hanno le linee YR, RN alla YN; ma YR è eguale ad RN, essendo l' angolo RYN semiretto, e l' angolo YRN retto; adunque la forza colla quale la sfera Y spinge perpendicolarmente la sfera N, è eguale alla forza, colla quale la sfera N è spinta da Y orizzontalmente. Il che ec.

COROLLARIO I.

Di quì ne siegue, che *la forza esercitata dalla sfera* Y, *per la direzione* YN *sta alla forza perpendicolare, o orizzontale* come YN ad NR, cioè *come il lato dell' ottaedro* NO, *al semidiametro* RN *del quadrato* NP.

COROLLARIO II.

Nella stessa maniera si dimostrerà, che *le sfere soprapposte agli spazj* S, T, V, *premeranno ognuna tanto perpendicolarmente, che orizzontalmente la medesima sfera* N, *colla stessa proporzione*. Ed essendochè *ognuna di esse spinge obbliquamente con egual forza, stante l' egualità degli angoli delle loro direzioni colla linea verticale*, ne siegue, che ancora *le forze così perpendicolari, che orizzontali saranno eguali*, e perciò la sfera N sarà spinta perpendicolarmente verso il centro de' gravi da quattro forze, ognuna delle quali sarà eguale al semidiametro del quadrato TR; e conseguentemente *la forza, colla quale la sfera* N *è spinta all' ingiù perpendicolarmente dalle quattro sfere soprapposte, sarà quadrupla del semidiametro del medesimo quadrato, e dupla del diametro;* e questa sarà anche la misura della forza totale, o momento, libero d' una delle sfere.

COROLLARIO III.

Spingendo adunque le due sfere R, S, secondo le direzioni RN, SN, la sfera N contro gli spazj T, V, con due forze orizzontali RN, SN, fra loro eguali, ed inclinate insieme ad angolo retto; se si tirerà per S la linea SO, paralella ad NR, e per R la linea RO, paralella ad NS, si uniranno queste nel centro della sfera O; onde tirata ON, sarà questa la misura della forza colla quale le due sfere R, S, spingono la sfera N, per la direzione ONE, contro la sfera E, come è dimostrato da' Meccanici; e perchè ON è il lato del quadrato, il quale è anche misura della forza obbliqua, ne nasce che *la forza colla quale la sfera* N, *è spinta orizzontalmente contro una delle quattro sfere che la toccano nello stesso strato, sia eguale alla forza obbliqua di una delle quattro sfere soprapposte*. Nell' istesso modo si dimostrerà che le quattro sfere L, O, B, E, sono spinte ognuna contro la sfera N, con forza eguale alla forza obbliqua. Ciò si può anche provare, supponendo che gli spazj T, S, V, R, restino senza sfere, che la sfera O sia spinta per ON dalle sfere degl' interstizj M, I, e che la sfera L, sia spinta contro N, dalle sfere insistenti agl' interstizj H, 4 ec. le quali forze delle sfere O, L, saranno equilibrate da quelle che poste le sfere in S, R, V, T, comporrebbero le S, R, contro O, e le V, R, contro L, ec. e perciò le due R, S, spingeranno N, per ON, e le due R, V, spingeranno N per LN, ec. Sarà dunque *la sfera* N, spinta orizzontalmente con direzioni contrarie da forze eguali, e conseguentemente *starà immobile* pareggiandosi nel di lei centro le forze prementi.

COROLLARIO IV.

Posto adunque che la sfera N sia spinta per le direzioni ON, LN, con forze eguali ad ON, LN, ne siegue, che tirata per O la linea OP paralella ad NL, e per L la linea LP paralella ad NO, concorreranno queste nel centro P; e PN sarà *la forza colla quale le due sfere* O, L *spingeranno la sfera* N, *contro lo spazio* T; sarà perciò *questa forza* eguale a TR diametro del quadrato TR, e per conseguenza *sarà la metà della forza totale*, o *libera di una delle sfere*.

PROPOSIZIONE II.

Se sarà uno strato di sfere, e sopra uno de' di lui interstizj sia posta una sfera premente quattro di esse, le quali siano spinte orizzontalmente da quelle che sono insistenti agli altri spazj con una forza eguale al diametro del quadrato, che è base del semiottaedro; sarà da queste forze unite sostenuta la pressione perpendicolare d' una sfera,

ed ognuna la spingerà obbliquamente all' insù, secondo la direzione dell' angolo semiretto, con una forza che valerà il lato del medesimo quadrato.

Sia allo spazio R insistente una sfera, la quale spinga obbliquamente le quattro sfere L, N, O, P, le quali all' incontro siano spinte verso R (*fig* 1.) con forze eguali a PN, LO, NP, OL, secondo quello che si è dimostrato al corollario IV. della proposizione antecedente; dico che queste forze unite, saranno bastanti a sostenere il peso totale della sfera R, e che ognuna di esse spingerà all' insù obbliquamente ad angolo semiretto la sfera R, con forza eguale al lato del quadrato NO (*fig.* 2.). Posciachè, supposto che NP sia la forza, colla quale la sfera N opera orizzontalmente contro lo spazio R, egli è da notarsi che questa forza dovendosi esercitare per NP, incontra la resistenza delle due sfere Y, &, la prima superiore, la seconda inferiore alla sfera N, e perciò la forza NP, si dividerà nelle due sfere Y, &, spingendole per le direzioni NY, N&, egualmente inclinate alla linea NP; cioè, come si è dimostrato, ad angolo di gr. 45. Condotta dunque per P la linea PY, paralella ad N&, e per lo stesso punto P la linea P&, paralella a YN, sarà la forza di N esercitata per l' orizzontale alla forza di N, esercitata per le inclinate, come NP, a YN, ed essendo NP diametro del quadrato, sarà YN il di lui lato; e perciò la forza colla quale la sfera N spinta orizzontalmente, spinge la sfera Y all' insù per la linea inclinata NY, sarà commensurata dal lato del quadrato, base del semiottaedro. Di più, perchè la direzione obbliqua NY, si risolve nell' orizzontale NR, e nella verticale RY, sarà la forza colla qnale la sfera N, mediante la forza, e direzione NP, spinge insù verticalmente la sfera Y, commensurata dalla linea YR, e perchè questa è la metà del diametro del quadrato, e la forza totale d' una sfera equivale al doppio diametro del quadrato; ne siegue che la forza colla quale è spinta la sfera Y verticalmente da N, sia un quarto della forza totale d' una delle sfere; e perciò concorrendo a spingere in su la sfera Y, tre altre sfere, sarà l' azione di tutte unita, eguale alla forza d' una di esse, e conseguentemente tanto premerà al basso perpendicolarmente la sfera Y (*fig.* 1. *e* 2.) insistente allo spazio R, quanto le quattro L, P, O, N che circondano lo spazio medesimo, spingeranno la medesima all' insù verticalmente; e tanto la sfera Y spingerà al basso obbliquamente una delle sfere, v. g. L, quanto la medesima spingerà Y colla medesima obbliquità all' insù. Il che ec.

COROLLARIO I.

Intendendo adunque, che attorno della sfera N dalla parte inferiore degli spazj T, S, R, V, sottentrino *quattro sfere*, queste *spingeranno*

la sfera N *all' insù con tanta forza, quanta è quella colla quale la sfera* N *spinge le medesime all' ingiù.*

COROLLARIO II.

Essendo adunque che le sfere sottoposte spingano obbliquamente all' insù la sfera N con una forza eguale al lato del quadrato, v. g. VR, ed essendo la medesima sfera N spinta dalle quattro sfere orizzontali colla forza medesima, e similmente dalle quattro insistenti agli spazj T, S, R, V, ne siegue, che *tutte le dodici sfere che circondano la sfera N, la spingono con direzioni centrali eguali fra loro.*

COROLLARIO III.

E perchè ogni sfera di qualsisia strato sottoposta allo strato superiore può concepirsi, e come una delle circondanti alcuna delle sfere che la toccano, e come circondata da dodici altre; ne siegue, che *ogni sfera spinga, e sia spinta da tutte le parti egualmente;* e perciò *sia constituita in un perfetto equilibrio.*

COROLLARIO IV.

E perchè come si è dimostrato al corol. IV. della prop. antecedente, la pressione orizzontale sostenuta da una sfera per la forza delle soprapposte, è eguale alla metà della forza totale, e nell' istessa maniera può dimostrarsi, che la forza orizzontale colla quale è spinta la medesima sfera dalle sottoposte, è eguale alla metà della medesima forza totale; *sarà tutta la forza, colla quale è spinta una sfera orizzontalmente eguale alla forza totale.*

COROLLARIO V.

Ogni sfera dunque *circondata da dodici sfere sarà spinta perpendicolarmente, verticalmente, ed orizzontalmente con una forza che equivale al peso d' una sfera, o di se medesima.*

PROPOSIZIONE III.

Le forze colle quali sono spinte due sfere esistenti in diversi strati sottoposti al primo superiore, sono proporzionali al numero degli strati soprapposti.

Noi abbiamo dimostrato al corol. II. della prop. prima, che la sfera N è spinta in giù perpendicolarmente da ognuna delle sfere (*fig.* 1.)

T, S, R, V, con una forza che è la quarta parte della forza totale, o libera d' una di esse; adunque la sfera N, così sarà spinta al basso, come se sopra di essa posasse a perpendicolo un' altra sfera, e così tutte l' altre; e perchè la sfera N è eguale di peso a quella che si figura posare sopra di essa; premerà dunque essa le sfere del terzo strato con forza duplicata di quella colla quale essa è premuta, e così tutte le altre; sarà dunque lo stesso, o che si considerino le sfere del terzo strato, come premute da quelle del secondo, e del primo; o pure come premute solo da quelle del secondo, e col supposto che le sfere del secondo siano di materia il doppio più grave, e così successivamente; e perchè la moltiplicazione della gravità si dee fare secondo la proporzione del numero degli strati soprapposti, o che è lo stesso della distanza dello strato inferiore dal primo, o sia dell' altezza, perciò le pressioni patite dalle sfere de' piani sottoposti staranno fra di loro in proporzione de' numeri de' medesimi, essendo le pressioni proporzionali alla gravità de' pesi prementi. Ma perchè le sfere che ne circondano un' altra, sono situate in tre strati, si dee dimostrare che le sfere del secondo e terzo strato non spingano la sfera di mezzo, che colla forza del primo. Sia la sfera Y (*fig.* 2.) situata in qualsisia degli strati inferiori (supponiamo nel 4.°) dovrà ella perciò intendersi come di peso quadruplicato; lo stesso si dovrà intendere di tutte le altre sfere dello strato, nel quale si trova Y; ma perchè alla spinta esercitata per l' orizzontale del centro di Y, non aggiunge, ne leva cosa alcuna la gravità della sfera Y; opererà solo il peso triplicato, cioè quello di tre sfere, o de' tre strati superiori. Dovrassi bene considerare la sfera N premuta dalle sfere de' quattro piani superiori, come quadruplicata di peso, e con tal forza a proporzione ella agirà nella direzione orizzontale NP; ma perchè la spinta che fa contro la sfera Y del piano superiore per la direzione NY, trova il peso particolare di Y eguale al peso particolare di N nella medesima direzione NY; perciò il peso proprio di Y detrarrà dalla forza di N il peso proprio di N, o di una sfera mossa per la direzione NY, e perciò la sfera N spingerà la Y contro quelle degli strati soprapposti con forza eguale a quella, con la quale le sfere superiori premono obbliquamente la sfera Y; essendosi adunque dimostrato che le pressioni superiori sono proporzionali al numero degli strati soprapposti alla sfera Y, nella medesima ragione saranno anche le pressioni verticali ed obblique all' insù; e conseguentemente le sfere poste in diversi strati patiranno per ogni verso le pressioni che saranno proporzionali al numero degli strati soprapposi. Il che ec.

COROLLARIO.

Perchè adunque ogni sfera è spinta in ogni parte omologamente con pressioni eguali, e queste sono proporzionali alle altezze degli strati; ne siegue che per trovare la forza colla quale una sfera è premuta, o spinta, non occorre considerare che la sola altezza, e perciò *qualunque sia l' ampiezza degli strati, abbenchè infinita, non si muteranno le pressioni sostenute da ciascheduna delle sfere*.

Fin quì abbiamo supposti gli strati come indefiniti in ampiezza, o più tosto come superficie sferiche descritte attorno il centro de' gravi, come quelle nelle quali non vi è bisogno di alcun resistente per impedire, come era d' uopo lo scostamento delle sfere degli strati sottoposti a cagione della pressione delle sfere superiori; ma da quì avanti supporremo gli strati circonscritti da' suoi termini.

PROPOSIZIONE IV.

Se sarà uno strato di sfere, all' estremo del quale non si trovi alcun resistente che possa impedire il moto orizzontale di esse, e se sarà soprapposta ad uno degli spazj una sfera, spingerà ella le altre, e scostandole, farassi luogo nel piano, o strato medesimo nel quale discenderà.

Sia lo strato di sfere contenuto dalle linee AD, AX, X&, &D, e sopra lo spazio R (*fig.* 1.) s' intenda esservi una sfera insistente: dico che questa discenderà e farassi luogo fra le sfere N, O, L, P. Posciachè, essendo dalla sfera R spinte immediatamente le sfere predette con una direzione orizzontale, e con una forza eguale alla linea RO; sarà spinta la sfera O, da R verso O: e perchè la sfera O spinge le due F, C, per le direzioni OC, OF, per queste medesime linee saranno spinte le sfere C, F, e per la medesima tutte le altre esistenti nelle linee OF, OC. Per la stessa ragione sarà spinta la sfera N, per RN, e le sfere B, E, per le linee NB, NE, ec. Lo stesso si dimostrerà delle sfere L, P, le quali saranno spinte per le linee RL, RP, e le loro contermine per le linee LY, PZ; e perchè queste sfere non hanno impedimento veruno, il quale ne meno può nascere dal piano inferiore che si suppone orizzontale; però le sfere N, L, P, O obbediranno alla pressione della sfera R, e si allontaneranno l' una dall' altra sin tanto che sia fatto luogo alla sfera R, nel piano predetto. Il che ec.

COROLLARIO I.

Egli è dunque impossibile che una sfera sia sostenuta sopra di quattro altre, ogni volta che le sottoposte abbiano potere di scorrere

per lo piano orizzontale, nel quale sono situate, e perciò *un mucchio di sfere affetterà sempre di avere la superficie disposta in uno strato, o sia piano orizzontale, o più propriamente in una superficie sferica, il cui centro sia quello de' gravi.*

COROLLARIO II.

Ma se *le sfere sottoposte saranno impedite mediatamente, o immediatamente dallo scorrere, potranno esse sostenere una o più sfere soprapposte, e gl' impedimenti sopporteranno dalle sfere contigue la pressione che loro è fatta da una o più sfere insistenti allo strato inferiore.*

COROLLARIO III.

E perchè le pressioni patite dalle sfere inferiori sono proporzionali all' altezze degli strati superiori; quindi è che *le spinte fatte dalle sfere contigue alle resistenze contro di queste, saranno proporzionali anch' esse alle altezze degli strati soprapposti*; ond' è che supposto che tali sfere disposte in più strati siano situate dentro di un vaso, saranno *le diverse pressioni fatte da dette sfere contro le sponde del vaso, come le altezze degli strati superiori.*

È però da avvertire, che dovendosi riempire un vaso di sfere, sarà quasi impossibile che esse siano per appunto tante, quante bastano a compire il numero degli strati, che quello può contenere; e perciò sopra gli strati compiti potrà stare qualche numero di esse situate quà e là sopra gl' interstizj dello strato superiore; ma queste trattandosi di sfere minime, e per così dire di punti fisici, non vanno considerate, non alterando in concreto alcuna delle proposizioni dimostrate. È anche da notarsi, che *una sfera sola soprapposta all' interstizio d' uno strato, non urta tutte le sfere di esso di moto orizzontale, ne gli urti ricevono egual pressione*; onde perchè si verifichi l'asserito in questo corollario, è necessario che ve ne siano tante, quante bastano a spingere tutte le sfere del piano sottoposto nella maniera detta alli coroll. III. e IV. della prima proposizione.

PROPOSIZIONE V.

Se in un vaso, le cui sponde siano oblique all' orizzonte, ed inclinate all' indentro, siano diversi strati di sfere che lo riempiano; tutte le sfere degli strati inferiori sopporteranno le medesime pressioni che patirebbero, se il vaso avesse le sponde perpendicolari all' orizzonte.

Per dimostrare questa proposizione, si dee avvertire quello che abbiamo detto di sopra al corollario della proposizione III. (*fig.* 1.) cioè che per trovare la pressione che patisce una sfera non occorre far

capitale alcuno dell' ampiezza degli strati, ma solo del loro numero, o altezza; e perciò (qualunque sia la figura del vaso ACDEHILB, e quantunque piccola l' apertura della di lui bocca AB) saranno dalle sfere dello strato AB spinte al basso perpendicolarmente per NM le sfere che si troveranno in essa linea; e perchè mediante questa pressione, la sfera M è spinta orizzontalmente per la linea MO colla forza medesima, colla quale è spinta perpendicolarmente, come si è dedotto al corol. IV. della prop. II. spingerà ella le sfere esistenti nella linea MO, colla forza medesima, non potendosi perdere, nè accrescere la spinta fatta per l' orizzontale MO; adunque la sfera O sarà spinta mediante la pressione NM, come se sopra di essa fossero delle sfere situate nell' altezza PO; e perchè la sponda DE resiste all' alzamento della sfera O nella stessa maniera che farebbe l' altezza delle sfere PO; eserciterà la sfera O le medesime pressioni che avrebbe, se sopra di essa fossero le sfere P, O, e perciò potrà spingere all' ingiù, v. g. per OR, colla forza della pressione NM, ovvero PO, ma spingendo per OR colla forza predetta, la pressione anderà aumentandosi secondo il numero degli strati, cioè secondo l' altezza della perpendicolare OS; adunque la pressione fatta in R ed S, sarà eguale alla fatta dalle altezze NM, OS, o pure dall' altezza PS che è la medesima che l' altezza delle sfere nel vaso. Lo stesso si può dimostrare rispetto a tutte le altre sfere situate sul fondo orizzontale HI. Il che ec.

Si potrebbe dimostrare questa proposizione col progresso delle dimostrazioni superiori, mediante la comunicazione delle pressioni, valendosi della figura settima; ma perchè ciò sarà facile a chi avrà inteso le precedenti, e perchè la dimostrazione addotta non manca della sua forza, non ci tratterremo più sopra di essa.

COROLLARIO I.

Supposto che nel vaso predetto sia tra le linee costituenti la sponda, *il lato* FE *orizzontale,* facilmente si dimostrerà nella stessa maniera, *ch' esso patirà le pressioni verticali in proporzione della perpendicolare* PT*;* posciachè essendosi dimostrato che la sfera T è premuta dalle altezze NM, OT in quel modo che sarebbe dall' altezza PT; spingerà ella orizzontalmente per TF, che si suppone nel secondo strato di sfere di sotto la linea EF; adunque quattro delle inferiori concorreranno a spingere all' insù contro il piano FE una delle superiori contigue al piano, e con tanta forza quanta può fare l' altezza PT; adunque tutte le sfere che toccheranno la sponda orizzontale FE la spingeranno all' insù a ragione di detta altezza; come si raccoglie dal corol. I. della prop. II.

COROLLARIO II.

E perciò *se saranno due vasi* AF, DG *comunicanti* insieme mediante la parte o tubo (*fig.* 4.) GF, l'uno e l'altro ripieni di quegli strati di sfere, di che sono capaci, *e se il numero*, *e l' altezza degli strati del vaso maggiore* AF *sarà eguale al numero*, o *all' altezza degli strati del vaso minore* DG, tanta sarà la pressione sostenuta dalle sfere esistenti nel tubo di comunicazione GF, dagli strati del vaso DG, quanta è quella, che ricevono dagli strati del vaso AF; e perciò tanto potranno resistere colla prima alla discesa delle sfere del vaso AF, quanto colla seconda alla discesa delle sfere del vaso DG, e conseguentemente *saranno le sfere del vaso* DG *in equilibrio colle sfere del vaso* AF.

COROLLARIO III.

Ma *se le altezze degli strati nell' uno e nell' altro caso fossero diseguali* (poniamo la maggiore nel vaso DG) allora la pressione che sopporterebbero le sfere poste in GF sarebbe maggiore da G verso F, che da F verso G; dunque *le sfere* GF *sarebbero spinte da* G *verso* F, *ed entrerebbero nel vaso* AF, spingendo all' insù gli strati esistenti in esso, e deprimendosi gli strati nell' altro vaso DG; e perchè all' accrescersi il numero degli strati s' accresce la forza della pressione, e diminuendosi gli strati, si diminuisce la pressione; anderebbe scemandosi la forza della pressione da G verso F, ed accrescendosi la resistenza da F verso G, sino a rendersi eguali; e perchè allora solo ciò succederebbe, quando il numero degli strati nell' uno, e nell' altro vaso si fosse reso eguale; quindi è che *tanto continuerebbero a passare le sfere da un vaso nell' altro, quanto stasse a farsi eguale il numero de' piani, o delle altezze, ed allora si fermerebbero in equilibrio.*

COROLLARIO IV.

Lo *stesso succederebbe se uno de' vasi comunicanti fosse inclinato all' orizzonte*, come NM; perchè essendosi dimostrato, che le sfere in C, M, sono così premute, come se avessero sopra di se l' altezza degli strati DC, DM; ne siegue che trovandosi egual numero di strati sì in NM che in DG, ed AF s' equilibreranno egualmente con quelle che sono in DG, o in AF.

COROLLARIO V.

Essendosi dunque dimostrato che le sfere che toccano il fondo orizzontale di un vaso irregolare lo premono ognuna in ragione dell' altezza

degli strati, qualunque sia la figura del vaso; ne siegue che *il fondo* predetto, v. g. HI (*fig.* 3.) *sarà così caricato, come se sopra di esso vi fossero tanti strati eguali, quanti ponno concorrere a formare l' altezza*, cioè come se il vaso avesse la figura di un prisma retto di eguale altezza a quella del vaso irregolare, e su la medesima base.

COROLLARIO VI.

Lo stesso succederebbe, *se il vaso avesse il fondo stretto, e nell' avanzarsi all' alto s' allargasse*, come ABCD (*fig.* 5.) posciachè tirata la linea CE verticale, tanto sarebbe premuta la sfera C, quanto portasse l' altezza EC, ed il simile si dica delle altre sfere sino a B; dunque il fondo BC sopporterebbe la pressione delle sfere che lo toccassero ognuna a misura delle altezze, e perciò *il fondo sosterebbe tanto peso, quanto può essere contenuto da un prisma, la cui base fosse il fondo* BC, *e l' altezza* BF.

Da tutte le proposizioni sin ora addotte, e da altre che potrebbero aggiungersi per dimostrare co' principj fisici, e colla scorta della meccanica tutte le proposizioni dell' idrostatica, può bene vedere ognuno che abbia qualche pratica della natura de' corpi fluidi, che tutto ciò che si è detto d' una delle sfere che compongono uno strato, s' adatta precisamente ad ogni punto fisico, o gocciola di un fluido; poichè d' ognuno d' essi è certo, e ricevuto come principio dagli idrostatici (1.) Che non pesano che secondo le altezze (2.) Che le loro impressioni ricevute dal peso delle parti superiori si esercitano per ogni verso, come in una sfera (3.) Che queste impressioni sono eguali in qualsisia direzione (4.) Che sono proporzionali alle altezze medesime (5) Che le superficie loro più alte si dispongono in un piano orizzontale, o in una superficie sferica circa il centro de' gravi (6.) Che ne' vasi comunicanti formasi l' equilibrio per la sola altezza del fluido, e perciò poca quantità di un fluido può equilibrarsi con qualsisia quantità d' un fluido omogeneo a se medesimo, purchè le altezze siano eguali (7.) Che il peso, col quale un fluido carica il fondo d' un vaso (di qualunque figura egli sia) è eguale a quello di un prisma retto di esso, di base eguale al fondo, e della medesima altezza ec. affezioni tutte che s' osservano ne' fluidi, e si sono dimostrate dover succedere ne' cumuli delle sfere. E perciò (se può dedursi alcuna cosa dalla coerenza d' una ipotesi col fatto) bisogna asserire che la constituzione de' corpi fluidi da noi supposta, o sia affatto conforme al vero, o ne abbia almeno tutta quella apparenza che può desiderarsi nelle cose della natura; onde crediamo di potere continuare senza scrupolo a valerci de' medesimi principj, per dimostrare una proposizione, che è il fondamento di quasi tutta la

scienza del moto delle acque, e della misura del corso delle medesime.

Noi abbiamo detto, annoverando poco di sopra le affezioni più principali de' fluidi quiescenti al numero 4. che le pressioni, o sostenute dalle parti di un fluido, o esercitate dal medesimo contro le sponde di un vaso resistente, sono fra loro in proporzione delle altezze di esso sopra le parti premute; la quale proposizione è stata riscontrata per vera ultimamente, anche mediante più esperimenti fatti dal Sig. Dottore Geminiano Rondelli Professore Matematico nell' accademia esperimentale, che fanno l'onore di adunare in mia casa alcuni de' più qualificati professori di questa celebre Università, delle fatiche de' quali spero che a suo tempo debba vederne il mondo letterato preziosi frutti in avanzamento della fisica, della medicina, e delle matematiche. Detta proposizione ha fatto credere a molti abilissimi matematici, che anco le velocità che hanno le acque nell' uscire da' fori, o dalle fistole aperte nelle sponde de' vasi dovessero avere la medesima proporzione delle altezze; asserzione che non è conforme all' esperienze fatte, e riferite dal Torricelli, dal Mersenno, dal Baliano, e da altri, e che io per accertarmene ho voluto replicare, nella maniera che ho distintamente riferita nel lib. II. *della misura dell' acque correnti*, dalle quali costantemente apparisce che dette velocità non sono come le altezze; ma bensì in proporzione dimidiata delle medesime.

Per far vedere dunque, che la prima proposizione non ha relazione colla seconda, si osservi che la causa per la quale i gravi premono un piano sottoposto, è bensì la loro gravità, e la stessa è cagione che i medesimi, levato che sia loro il sostegno, discendono verso il centro; ma d'altra maniera si dee discorrere de' conati, che il grave esercita contro le resistenze, e de' gradi di velocità, per li quali egli passa nel discendere. Egli è ben vero che un corpo di doppio peso tenta con doppia forza di superare le resistenze, e perciò premerà al doppio una tavola sottoposta, di modo che si può con verità asserire, che tali conati, sforzi, o pressioni sono in proporzione de' pesi; ma non perciò si deduce bene, che un corpo doppio di peso debba discendere con doppia velocità verso il centro de' gravi, essendo certissimo che prescindendo dalle resistenze, tutti i gravi discendono da altezza uguale in tempi uguali; come ha mostrato il Galileo *ne' dialoghi*. Quindi è che il diverso peso de' corpi non produce differenti velocità; e perciò il diverso peso del fluido può bene introdurre diversa pressione, ma non diversa velocità. Che se alcuno volesse porre in campo la differenza ch'è tra' corpi fluidi, e solidi; oltre ciò che abbiamo detto nelle nostre *Epistole Idrostatiche*, potrebbe convincersi coll' esperimento seguente, che meglio d'ogni altro s' applica alla presente materia. Sia il vaso ABCD, il quale abbia nel fondo il foro D, e serratolo col dito, si riempia il vaso di mercurio sino all' orizzontale AB

(*fig.* 6.) di poi aperto il foro D, si misuri mediante un pendolo, il tempo che spende il mercurio nell'uscire tutto dal vaso. Empiasi poi il medesimo vaso di acqua sino alla misura predetta, e parimente si lasci votare, osservando il tempo: e si troverà che nell'uno, e nell'altro caso, i tempi del votarsi saranno sensibilmente eguali; ed io posso asserire di propria sperienza, che in poco più di cento vibrazioni di un pendolo ben corto, col quale misurai l'uscita, prima del mercurio, indi dell'acqua; non trovai altra differenza, che d'una, o due vibrazioni, più nell'uscita dell'acqua, che del mercurio (1). Se dunque il maggior peso ne' fluidi prementi cagionasse, siccome maggior pressione, così maggiore velocità nel moto, sarebbe stato necessario che il mercurio, il quale è circa tredici volte e mezza più grave in specie dell'acqua, fosse uscito con velocità 13. volte in circa maggiore di quella dell'acqua; e pure è stata la medesima, rispetto tanto all'uno, che all'altra: ed in ciò non può ricorrersi agli sfregamenti che patisce il fluido nell'uscire dal foro D; perchè, oltre che questi sono i medesimi nell'uno, e nell'altro caso, non ponno essi detrarre tanto dalla velocità del mercurio. E perciò producendosi le medesime velocità, non ostante che i pesi, e per conseguenza le pressioni siano tanto differenti, egli è evidente, che i fluidi posti in moto, hanno le loro velocità regolate da altro principio, e che però di esse si dee in altra maniera discorrere, come apparirà dalla seguente dimostrazione.

PROPOSIZIONE VI.

(2) *Se un vaso sarà pieno di sfere, e nel fondo di esso sia un foro, per lo quale possano uscire con libertà alcune di esse sfere, e che il sito lasciato dalle sfere che escono, venga riempiuto da altrettante,*

---

(1) Qui è da notare, che volendosi sostenere, come molti lo sostengono che la velocità de' fluidi che escono da vasi dipendesse dalla pressione di quella colonna di fluido che sta sopra il foro, si potrebbe nulladimeno spiegare l'esperienza qui addotta, considerando, che a proporzione della pressione si debba variare non già la velocità, ma la quantità del moto del fluido che esce in un dato tempo; attesochè il moto appunto, e non già la sola velocità di esso è quell'effetto adeguato, che in questa sentenza si vuol riconoscere dalla pressione.

Quindi sta bene che la velocità del mercurio sia stata trovata nell'esperimento la medesima che quella dell'acqua, perchè così una pressione 13 volte maggiore viene ad avere spinto fuori del vaso un peso 13 volte maggiore di quello dell'acqua, che nello stesso tempo era spinto fuori dalla pressione dell'acqua. Veggasi intorno a ciò quello che si dirà nell'annotazione quarta di questo capo.

(2) Quasi tutti gli autori che hanno scritto di questa materia, convengono che i fluidi i quali escono da fori aperti ne' fondi de' vasi, entro i quali si contengono, abbiano al loro uscire quel medesimo grado di velocità, che essi avrebbono

aggiunte nel tempo medesimo al di sopra, dimodochè il vaso resti sempre pieno; usciranno esse dopo qualche tempo, colla stessa velocità, come se fossero discese da tanta altezza, quanta è la distanza dello strato superiore dal foro.

---

acquistato, cadendo liberamente dalla quiete per uno spazio eguale all' altezza che ha la superficie del fluido sopra il piano del foro; e tale velocità comunemente si reputa la medesima, che acquisterebbe un corpo solido nel cadere dalla quiete da pari altezza.

Alcuni di loro si sono inoltre avvisati di darne qualche dimostrazione *a priori*, e questi sono proceduti per due strade diverse; imperocchè altri di essi (come quì il nostro autore, e il cavalier Newton nella prop. 36. del libro secondo de' principj della filosofia, secondo le ultime edizioni) vogliono che l' acqua, la quale esce dal foro, intanto abbia quel tal grado di velocità, in quanto sia realmente caduta dalla superficie sino al foro, e cadutavi con moto accelerato per li medesimi gradi, che converrebbero ad un grave solido, formando nel suo cadere per mezzo l' acqua del vaso una figura a imbuto, che il cavalier Newton chiama *cateratta*, e che già era stata indicata dal sig. Guglielmini nel lib. 4 prop. 6, e geometricamente determinata nel lib. 5 prop. 9 della misura delle acque correnti. In favore di tale ipotesi porta quì il nostro autore dopo il corollario 3 della presente proposizione l' osservazione del Mariotte, e d' altri che le prime gocce d' acqua che escono all' aprirsi del foro, abbiano velocità molto minore di quella con cui si veggono sgorgare poscia dopo alcun poco di tempo, e che poi sempre mantengono, purchè la superficie dell' acqua stia sempre nel vaso alla medesima altezza; come se ad imprimere all' acqua tutta quella velocità, che la natura le può imprimere fosse necessario che quella della superficie fosse attualmente scesa sino al piano del foro. Ma in contrario pare che faccia l' esperienza, la quale mostra che tingendo di rosso, o d' altro colore la superficie dell' acqua, mentre questa va uscendo dal foro, non si osserva la tintura comunicarsi, se non lentissimamente al getto dell' acqua, quasi che le parti di questa che stanno a piombo sopra il foro, o non si movessero punto, o assai meno di quello che richiederebbe la velocità, con cui si vede sgorgar l' acqua dal foro.

E quanto alla dimostrazione che quì si adduce, che le sferette dello strato superiore debbano finalmente scendere sino al foro, quando ciò si conceda, non però ne siegue, che debbano scendervi in quel tempo sì breve, e quasi istantaneo, in cui l' esperienza mostra cominciar l' acqua, dopo aperto il foro, ad uscire con tutta quella celerità che poi si serba; nè eziandio dee seguirne che le sfere scese dallo strato superiore fra tanti impedimenti delle altre sfere laterali, che fanno anch' esse forza per uscir fuori, acquistino cadendo tutta quella velocità che concepirebbero, se fossero liberamente cadute.

Altri dunque, e fra essi il sig. Giovanni Bernulli (negli atti degli eruditi del 1716) e il sig. Ermanno (nell' appendice alla Foronomia num. 10) stimando non doversi riconoscere la detta velocità come effetto di una attuale discesa, hanno pensato potersi spiegare per la sola pressione del fluido superiore al foro, riputando tal pressione atta a produrre appunto quel grado di velocità, che produrrebbe la discesa; o sia poi che alla pressione concorra il solo peso della colonna perpendicolare del fluido che ha il foro per base, o sia che vi concorra eziandio (come altri credono, e noi più sotto ci ingegneremo di dimostrare) la forza delle parti laterali che cospirono a metter in moto il fluido, e a spremerlo, per così dire,

Siano nel vaso ABCD (*fig.* 7.) situate le sfere G, H; I, M, X, N, ec. e s'intenda nel fondo EC, aperto il foro EF, il quale subito che sarà aperto, egli è certo che la sfera G trovandosi senza sostegno, discenderà perpendicolarmente verso il centro, come farebbe

---

fuori del vaso. Si può vedere intorno a ciò quello che è stato scritto, e disputato fra signori conte Riccati, Pietro Antonio Michelotti, Jacopo Jurin, Daniello Bernulli, ed altri celebri filosofi.

Altri finalmente diffidondo di tutte le dimostrazioni fondate sopra qualsivoglia ipotesi fisica intorno alla maniero in cui opera la natura nel mettere in moto l'acqua che esce da' vasi, hanno atteso ad accertarsi della velocità di essa per via di esperienze. Una di quelle che si sogliono addurre è il risalire che fanno i getti dell'acqua fino all'altezza di quella che è nella conserva, onde esce il tubo, per cui si dirizza in alto il getto (salvo qualche piccol divario che si attribuisce alla resistenza dell'aria, e ad altri impedimenti) da che inferiscono avere il getto all'uscire dal foro per l'appunto quella velocità che l'acqua avrebbe acquistata cadendo da tanta altezza. Un altro argomento si suol ricavare dall'ampiezza delle parabole descritte dalle vene dell'acqua che escono da fori aperti nelle sponde de' vasi (giacchè non si dubita, che anco in questi la velocità non sia la medesima, che in quelli del fondo, supposta eguale l'altezza dell'acqua del vaso sopra il foro, il quale si vuol supporre in tal caso di diometro assai piccolo, e insensibile rispettivamente all'altezza predetta) le quali ampiezze, secondo le osservazioni fattene dal cavalier Newton, dal sig di Gravesande, o da altri si trovano tali, quali lo richiede il moto accelerato dell'acqua, combinata con una velocità orizzontale, eguale a quella che l'acqua medesima avrebbe acquistata nel cadere dalla superficie sino al foro.

È tuttavia da avvertire, che simili sperienze, per quanto a me sembra, ben ponno mostrare la corrispondenza, o analogia che passa fra l'accelerazione dell'acqua, e quella de' corpi solidi, ma non ponno provare l'intento, se non si prende per supposto, che le parti dell'acqua nel cadere concepiscano qua' tali gradi di velocità per l'appunto negli stessi tempi, ne' quali li concepiscono i solidi, il che sebbene è ragionevole a credere, non pare tuttavia affatto irragionevolo il dubitarne, massimamente attesa la particolar maniera, con cui cadono i fluidi a differenza de' solidi, ritenendo questi sempre la loro figura, e quelli cangiandola con restrignersi, ed assottigliarsi, a misura che si rendono più veloci, se pure non si ricorresse coll'Autore alle sferette, o ad altre parti minime del fluido col supporle solide, che è una mera ipotesi fisica, da cui sola non è ben sicuro ricavare alcuna conseguenza. Allora solo si uscirebbe da una tal dubbietà quando gli esperimenti mostrassero essere eguali i tempi delle cadute dell'acqua nelle vene paraboliche, o quelli del risalire di essa ne' getti rivolti in alto, a quelli delle cadute de' solidi per uno spazio eguale, del che stimo impossibile l'accertarsi con esattezza, attesa la durata quasi istantanea di questi moti anco nelle maggiori altezze, nelle quali se ne possa far da noi qualche prova.

Un'altra sperienza si era comunemente giudicata la più certa per misurare la velocità dell'acqua nel suo uscire da' vasi, e quindi paragonarla con quelle de' corpi solidi, e consiste nel raccorre, e misurare la quantità che ne esce sotto una data altezza della sua superficie in un dato tempo per un foro di data misura. Imperocchè se intenderemo che l'acqua dopo di essere uscita dal foro non fosse stata spinta abbasso dalla propria gravità, ma avesse tuttavia seguitato a

se ella fosse cinque volte più grave del suo peso naturale, il che, come si è detto, non accresce le velocità; giunta dunque che sarà la sfera col suo centro G nel punto L, avrà la velocità corrispondente alla caduta GL; e perchè cadendo la G, manca il sostegno alle

---

scorrere orizzontalmente, ed equabilmente per tutto quel tempo, per cui si suppone essere stata raccolta, e però avesse in un tal movimento sempre serbato quel medesimo grado di velocità, che ebbe ol primo uscire dal foro (il qual grado sempre è lo stesso per ogni goccio d' acqua che esca, attesa la permanenza dell' acquo nel vaso all' istessa altozza che si ottiene con andarvene perpetuamento aggiungendo altrettanta quanta ne esce) è manifesto, che tutta la mole d' acqua uscita dal vaso ovrebbe formata una colonna, o prisma retto, la cui base sarobbe il foro, o la lunghezza mostrerebbe lo spazio corso dalla prima goccia nel dotto tempo con quello velocità, con cui essa, e tutte le altre fossero uscite; onde per aver la misura della velocità, basta aver quella della detta lunghezza, e questa si avrà dividendo la mole dell' acquo roccolta per l' area del foro. Trovata poi tal lunghezza si saprà con una semplice regola di proporzione quanta parte di esso si scorrerebbe colla detta velocità nel solo tempo, in cui un corpo solido caderebbe dalla quiete per tanta altezza, quanta ve ne ha nel vaso dalla superficie dell' acqua fino al piono del foro (il qual tempo si calcolerà su gli esperimenti delle cadute de' gravi già fatti dall' Ugenio, e da altri) e quest' ultimo spazio si potrà vedere se sia eguale a quello cho il corpo solido scorrerebbe equobilmente nel tempo calcolato colla velocità che avrebbe acquistata cadendo dalla quieto dalla detta altezza (il quale spazio per li teoremi del Golileo è sempre doppio dell' altezza dello stessa coduta) e trovandosi tole, si potrà conchiudere essere la velocità dell' acqua eguale a quella del corpo solido.

Ora il fatto è, che essendo stata raccolta, e misurota la quantità d' acqua uscita da' vasi in diverso prove fattene da diversi celebri esperimentatori, e specialmente dal Mariotte, o dal nostro autore (il quale rapporta nell' altra sua opera dello misura delle acquo correnti lib. 2 prop. 1, e sul fondamento di esso calcola una tavola degli spazj che l' acqua descriverebbe nel tempo d' un minuto, con quelle velocità cbo essa ha uscendo da' vasi sotto varie altezze do un' oncia fino o 30 piedi) quando sopra tali misure si facevano i calcoli delle velocità dell' acqua col metodo finora esposto, queste risultavono sempre assai minori (cioè del doppio in circa) di quelle de' corpi solidi, come si può scorgere dagli esempj che ne dà il P. Abate Grandi nel suo trattato del movimento dello acque allo scolio della prop. 10 del lib. 2; onde pareva che l' esperienza chiaramente decidesse contro il teorema proposto. I medesimi calcoli si ponno ora focilitare coll' ingegnosa regola data dal chiarissimo sig. Pitot, e dimostrata dal sig. Fontenelle nel tomo del 1730 dell' istoria dell' Accademia Reale dello scienze; cioè che moltiplicando sempre per 56 il numero do' piedi di Parigi, cbo si contongono noll' altezza dello superficie dell' acqua del vaso sopra il piano del foro, e dal prodotto estraendo la radice quadrata, si avrà il numero de' piedi pur di Parigi, che l' acqua dovrebbe scorrere in una seconda di tempo con quel grado di velocità con cui esce dal foro, se la detta velocità fosse la stessa, cbo quella de' corpi solidi caduti da egualo alteaza.

Ma essendo poi stato di bel nnovo replicate da altri simili esperienze, si sono notate nel farlo alcune particolarità non avvertite nè dal Mariotte, nè dal Guglielmini, le quali hanno dato luogo in parte a diffidare di questo metodo, e in

sfere H, I, una di esse discenderà nel luogo di G, o pure vi sarà spinta la sfera M, mediante la pressione di N che le è soprapposta, nel qual caso succederà lo stesso che della sfera G; ma finalmente bisognerà che levato il sostegno a qualche sfera dello strato immediatamente superiore, discenda anch'essa verso EF; e perciò arrivata

parte a correggerlo. Osservò il cavalier Newton (nella detta prop. 36 lib. 2) nelle vene, e zampilli dell'acqua che esce per li fori de' vasi un notabile restrignimente, che si palesa a pochissima distanza dal foro, o sia questo nel fondo, o nella sponda del vase. La proporzione del diametro del fore a quello della vena ristretta era come di 25 a 21, essendo il foro in una lastra sottile apposta alla sponda. Attribuisce egli tale ristrignimento alla forza delle parti laterali dell'acqua che è intorne al foro, le quali concorrendo da egni lato, e affollandosi per uscire da esso vi si insinuano ebbliquamente, e poscia a qualche distanza riunendo le loro direzioni cospirano cen quella del getto, che sgorga perpendicolarmente al piano del foro. Il sig. marchese Poleni si accertò anch'egli con altre sperienze del dette ristrignimento, ed esservò di più la proporzione accennata de' diametri esser maggiore a misura che i fori sone più piccoli; anzi esservi notabile varietà secondo le diverse figure colle quali è scavato il foro entro la gressezza della lastra, quantunque sottile, in cui egli è aperto, e tal contrazione appena rendersi manifesta ove in vece d'una semplice lastra forata si addatti alla sponda del vaso un tubo cilindrice, e pure un cono troncato situato orrizzontalmente, e che nella parte più stretta abbia il diametro eguale a quelle del foro della lastra; cangiandosi tuttavia anche quì le proporzioni secondo le diverse lunghezze del tubo, siccome si cangiano eziandie le quantità d'acqua uscite in un tempo eguale, e sono assai più grandi adoperando de' tubi, che de' semplici fori. Veggasi il racconto di queste, e di molte altre bellissime, e affatte nueve sperienze nella sua opera *de Casteltis* ec. deve riferisce eziandie altre particolarità da lui esservate, che tralascio.

Atteso il detto ristrignimento stimò il cavalier Newten deversi nel calcolo delle velocità dell'acqua uscita da' fori aver riguardo non già al diametro del foro, ma a quello della vena ristretta, e così facendo trovava ne' suoi esperimenti le velocità dell'acqua rispondere a quelle de' corpi solidi. Lo stesse conchiuse a un dipresso il sig. Poleni dopo molti calcoli, confessando tuttavia rimaner sempre quella dell'acqua un poce minore, come si può vedere nella sua lettera al chiarissimo sig. Marinoni matematico Cesareo, ove porta nuove sperienze e considerazieni sopra tal materia, ende se così è la proposizione di cui trattiame, si può dire stabilita per esperienza, almene a un dipresso. Quindi si inferisce che le velocità assolute dell'acqua registrate nella mentovata tavola del nostre autore, ed espresse per gli spazj scorsi in un minuto, sono tutte mineri del giusto, per non essersi da lui tenuto conto nelle sue esperienze fondamentali della contrazione del getto dell'acqua.

Nella medesima lettera il sig. Poleni move dubbie se le fila d'acqua che costituiscono un getto, siano in ogni caso sempre egualmente dense, e ristrette una coll'altra, mentre anco in que' casi ne' quali nen è sensibile il restrignimento del getto, come quando si cava l'acqua per mezzo di tubi, ha esservato raccogliersi in tempo eguale ora più, era meno d'acqua secondo la diversa lunghezza del tubo che era sempre del medesimo diametro, essendo costante l'altezza dell'acqua nel vase; anzi era anco manifestamente eguale la velocità de' getti,

che sia col suo centro in L, avrà la velocità competente alla caduta HO, e nell'istesso tempo si moverà verso EF qualche sfera del piano più alto PQ, discendendo, o per la perpendicolare RL, o per le inclinate QG, PG; e nell'uno, e nell'altro caso, arrivate ad L, avranno la velocità competente alla caduta RL; e così delle altre sino alla sfera S superiore, nel qual caso la velocità nell'arrivare ad EF, sarà quella della caduta SL; dunque la velocità colla quale le sfere dopo qualche tempo usciranno dal foro EL, sarà quella che avrebbero, se dallo strato superiore fossero cadute sino al luogo del foro. Che se s'intenderà che in luogo di quelle che vanno uscendo dal foro EF, ne siano successivamente somministrate delle altre, dimodochè si mantenga sempre lo strato superiore nell'orizzontale VS, continueranno le sfere ad uscire colla velocità dovuta ad una caduta che sia eguale all'altezza di esse sfere. Il che ec.

Si può questa verità dimostrare in altra maniera. Poichè, diasi che nel primo tempo escano dal foro EF quante sfere si vogliano; sarà dunque necessario che dal piano superiore VS, ne discendano altrettante ad occupare il luogo, lasciato pure da quelle del secondo

---

poichè questi si vedevano descriver tutti la stessa parabola. Merita nel vero questo esperimento di essere attentamente considerato, mentre par che vada a ferire direttamente il metodo di argomentare la velocità dell'acqua dalla lunghezza delle colonne che hanno per base il foro (o se si vuole la sezione della vena ristretta) e che sono eguali alle moli d'acqua raccolte nell'esperimento.

Stimerei tuttavia, che siccome le sue sperienze, o tutte le altre fin qui riferite furono fatte con tubi, o fori di assai piccol diametro, ne' quali la somma degli effetti irregolari che ponno dipendere da predetti moti obbliqui, da soffregamenti, dalle reflessioni nelle sponde o negli orli, dall'adesione delle parti dell'acqua, dal mescolamento dell'aria, dalla resistenza di questa a' getti, o forse da altre cagioni, può avere proporzione assai notabile alla forza dell'acqua, così ove gli esperimenti si facessero con aperture maggiori, tali effetti si rendessero assai meno sensibili, e svanisse ogni scrupolo intorno a questo metodo di misurare la velocità dell'acqua; anzi dovrebbe anco in tal caso rendersi meno notabile la contrazione del getto, onde verisimilmente valendosi allora del detto metodo, si troverebbe la velocità o la medesima, o poco diversa da quella de' solidi.

Egli è ben vero che quando il tubo, o il foro con cui si facesse l'esperimento fosse d'una gran luce, converrebbe che eziandio il vaso fosse assai ampio, e tale che l'area del foro non avesse proporzione gran fatto sensibile alla superficio dell'acqua, altrimente, oltre che sarebbe difficile mantener nel vaso l'altezza di quella sempre permanente, stima il sig. Newon che la velocità dell'acqua dovesse trovarsi eguale a quella d'un solido caduto non già dall'altezza della superficie sopra il foro, ma da altezza maggiore, che egli insegna di determinare nel corollario 1. della detta proposizione 36. del 2.° libro de' principj della filosofia delle ultime edizioni. Anco il sig. Mariotto nel discorso 3.° della parte 3.ª del suo trattato del moto delle acque mostra con ragioni, e sperienze dovere in tal caso restare alterata la velocità.

piano per sottentrare nel terzo, e così successivamente; adunque nel primo tempo la velocità sarà la dovuta alla caduta da un piano in un altro. Nel secondo tempo dunque, o discenderanno le medesime dal secondo verso il terzo piano, o no: se discenderanno, dunque nel secondo tempo anderanno accelerando il loro moto in ragione della caduta; se non discenderanno, percuoteranno le sfere sottoposte del secondo piano, comunicando loro quel grado di velocità, o quella quantità di moto che hanno acquistata per la caduta dal primo, e questo grado di velocità, o quantità di moto, si comunicherà rivoltandosi orizzontalmente, sino a toccare quella sfera del secondo piano che dovrà discendere verso il terzo; adunque questa riceverà tanto di velocità, quanta è l'acquistatá per la caduta dal primo piano; sarà dunque lo stesso, come se ella fosse realmente caduta dal primo piano; continuerà dunque nell'istesso modo la discesa accelerando il moto comunicato. Così successivamente discorrendo si proverà, che nel tempo che una sfera sarà caduta dall'alto del vaso, sino al luogo del foro, le sfere che sottentreranno in esso (o siano realmente cadute dal piano superiore senza ostacolo, o pure siano levate dagli strati inferiori, e spinte verso il foro) nel giungervi saranno affette di una velocità, ch'è dovuta alla caduta dal piano superiore. Usciranno dnnque col medesimo grado di velocità, e mantenendosi l'altezza, continuerassi la medesima velocità. Il che ec.

COROLLARIO I.

Da questa dimostrazione apparisce, che *nel principio dell'uscita, le sfere non escono con tanta velocità, quanto dopo, e che questa va successivamente accrescendosi sino ad arrivare a quel grado, che è proprio della caduta dall'altezza sopra il foro:* e finalmente che *il tempo di questo acceleramento, è tanto, quanto si richiede alla caduta dallo strato superiore sino al foro, che in poca altezza è insensibile.*

COROLLARIO II.

E perchè le velocità acquistate per la caduta sono fra loro in proporzione dimidiata delle altezze; ne siegue, che (1) *le velocità colle*

---

(1) Se la verità del presente corollario necessariamente dipendesse da quella della proposizione, onde egli è dedotto sarebbe soggetta a tutte quelle dubbietà che nella nota precedente si sono accennate, ne meriterebbe di esser presa come dagli scrittori comunemente si prende per primo principio della dottrina del moto delle acque. Ma tante sono le sperienze che la comprovano, che pare non poter rimanere intorno ad essa alcuno scrupolo, ne vi ha forse verità fisica si costantemente stabilita per le osservazioni come questa: cioè che le velocità di un

quali le sfere escono da fori sottoposti allo strato superiore, sono tra

medesimo fluido all' uscire da un medesimo foro aperto in un vaso stiano fra loro in ragione dimezzata delle altezze del fluido sopra il foro, checchè sia poi se le dette velocità siano precisamente quelle de' corpi solidi caduti da pari altezza, di che si è ragionato nella nota precedente.

Solamente conviene avvertire che, dopo le osservazioni poc'anzi addotte del ristrignimento delle vene dell' acqua che sgorgano da' fori, e delle diverse quantità che ne escono per li tubi, da quello che si cavano per le semplici aperture di egual diametro, le sperienze non si ponno riputar decisive, se non si paragonano fra loro quelle sole che sempre sono stato fatte in un medesimo modo, cioè sempre per uno stesso tubo, e per uno stesso foro, senza fare alcun cangiamento nè alla lunghezza del tubo, nè alla figura degli orli, e sia del tubo, e sia del foro, ma col cangiar solamento l' altezza dell' acqua nel vaso. Quando dunque si confrontino insieme le osservazioni fatte in tali circostanze, perpetuamente si troveranno le quantità dell'acqua raccolte in tempi eguali in ragione dimidiata delle altezze, e per conseguente anco le velocità saranno nella stessa proporzione, giacchè non sembra che qui possa aver luogo lo scrupolo, che le velocità non siano proporzionali alle quantità predette, a cagione delle fila d' acqua ne' getti più o meno dense, e delle direzioni più o meno obblique, o d' altro che sia, mentre tali irregolarità debbono essere le medesime nell' uno e nell' altro degli esperimenti che si confrontano insieme, parendo che la sola mutazione dell' altezza dell' acqua nel vaso non possa indurre in ciò diversità alcuna. Tal verità si farà palese a chiunque ridurrà a calcolo non pure le sperienze del Mariotte, e quelle del nostro autore (ciascune de' quali si valeva d' una semplice lastra forata, e sempre della medesima) ma eziandio quelle del Sig. Poleni riferite nel detto libro *de Castellis* ec. le quali furono fatte ora con fori, ora con tubi di più figure, e con diversi cangiamenti negli uni, e negli altri, e scorgerà con piacere (non ostante la diversità delle quantità assolute dell' acqua uscite in queste diverse maniere sotto pari altezza) la mirabil costanza della natura nel serbare la detta proporzione, o sia che l' esperienza sia stata fatta cavando l'acqua dal fondo, o dalla sponda del vaso, e sia ancora che si confrontino le prove fatte nel fondo colle fatte nella sponda, purchè in tal caso sia stato adoperato un semplice foro, il quale sempre si vuole intendere di diametro assai piccolo, in modo che l' altezza dell' acqua, o si misuri dalla parte superiore, o dall' inferiore del foro si possa riputare sensibilmente la medesima.

La stessa proporzione dimidiata delle altezze si potrebbe confermare anco per le osservazioni delle salite de' getti d' acqua nelle fontane artificiali, e per quella dell' ampiezza delle parabole descritte dagli stessi getti, quando siene orizzontali, o pure obbliqui, ma stimo soverchio trattenermi di più sopra queste particolare.

Oltre l' esperienza hanno eziandio gli scrittori cercato di confermare questo teorema con dimostrazioni. Quelli che suppongono dipendere la velocità dell' acqua dall' attuale discesa da lei fatta dalla superficie sino al foro, agevolmente lo dimostrano applicando all' acqua l' ipotesi del Galileo comunemente ammessa, che le velocità de' corpi cadenti siene in ragione dimezzata delle altezze delle cadute dalla quiete. Gli altri che stimano dipendere la detta velocità dalla sola pressione, sono andati per altra strada. Fra questi il sig. Varignon una prova ne addusse nelle memorie dell' Accademia Reale delle scienze del 1703, che è stata seguitata anco dal sig. Ermanno nella Feronomia, e da altri, e che si riduce al seguente ragionamento.

loro in proporzione dimidiata delle altezze, come s'osserva appunto ne' getti d'acqua.

Considera egli il moto di quella quantità d'acqua che in un medesimo tempo esce dal foro F (*fig.* 60.) ora sotto un'altezza d'acqua FA, ora sotto un'altra FB, come effetto adeguato istantaneo delle pressioni delle colonne perpendicolari d'acqua che hanno il foro per base. Dovendo dunque gli effetti essere proporzionali alle cagioni, sarà come la pressione della colonna FA alla pressione della colonna FB, così il moto dell'acqua che esce in un tempo minimo sotto l'altezza FA, al moto di quella che esce in tempo eguale sotto l'altezza FB.

Ora i detti moti altro non sono che i prodotti delle quantità d'acqua che escono, e delle velocità colle quali escono, e però sono fra loro in ragione composta delle dette quantità, e velocità, le quali due ragioni non sono che una stessa ragione, mentre la quantità d'acqua che esce per un medesimo foro in un medesimo tempo è maggiore o minore per l'appunto a proporzione della velocità con cui esce; e però la detta ragione de' moti non è altra che quella de' quadrati delle velocità. Sta dunque il moto dell'acqua che esce sotto l'altezza FA al moto di quella che esce sotto l'altezza FB, come il quadrato della velocità con cui esce sotto FA, al quadrato di quella con cui esce sotto FB, e per conseguente anco le pressioni delle colonne d'acqua che cagionano questi moti sono come i quadrati delle dette velocità. Ma le pressioni sono come le altezze delle colonne prementi (trattandosi di colonne dell'istessa base, e di materia omogenea) dunque il quadrato della velocità con cui esce l'acqua sotto l'altezza FA, sta al quadrato della velocità con cui esce sotto l'altezza FB, come FA ad FB, e quello che è lo stesso, la velocità sotto FA sta alla velocità sotto FB in ragione dimezzata di FA ad FB, il che era da dimostrare.

Un tale ragionamento, come è manifesto, sussisterebbe ancora quando le forze che producono il moto dell'acqua che esce dal foro non fossero le pressioni delle colonne FA, FB purchè fossero proporzionali ad esse, come se a cagione d'esempio fossero doppie del peso delle dette colonne. Ora che appunto sieno doppie le pretese il sig. Jurin nella dissertazione riferita al numero 373 delle transazioni filosofiche della Società Regia, e lo aveva anche prima determinato il cavalier Newton nell'altra ipotesi, che le velocità dipendessero dall'attuale discesa; sopra di che essendo poi stati d'altro avviso altri celebri matematici, giova trattenersi alquanto intorno a ciò, potendo una tal ricerca dar qualche lume per meglio intendere come operi la natura nello spigner fuori le acque dalle aperture de' vasi.

Parmi dunque, che se la velocità dell'acqua all'uscire da un foro dipende dalla pressione, e se tal velocità è veramente eguale a quella d'un corpo solido disceso liberamente dalla quiete per uno spazio eguale all'altezza dell'acqua sopra il foro, la forza che si impiega nell'espellere l'acqua dal foro predetto non sia già eguale, ma doppia del peso della colonna d'acqua che sta sopra il foro. Per dimostrarlo si consideri che in un solido il quale cominci a discendere tutto l'effetto istantaneo di quella forza che s'impiega nel moverlo consiste in quella quantità di moto infinitamente piccola, che risulta dalla quantità finita della materia del solido moltiplicata nel grado di velocità infinitamente piccola impressogli in quell'istante dalla detta forza; laddove nel fluido che comincia ad uscire da un vaso tutto l'effetto istantaneo di quella forza che si adopera nel moverlo è quella quantità di moto infinitamente piccola, che nasce dalla quantità infinitamente piccola del fluido che si espelle moltiplicata per quel grado finito di velocità

COROLLARIO III.

Essendo, che le velocità acquistate per la caduta, se, dopo di

che la detta forza gli imprime. Dovendo dunque gli effetti istantanei adeguati essere proporzionali alle loro cagioni (quando gl' istenti si prendane di durata eguele) la proporzione del dette moto istantaneo del solido al moto istantaneo del flnido ci mostrerà la proporzione delle forze che li producone. Ora la detta proporzione de' moti istantanei è qnella delle somme de' medesimi moti risultanti depo un tempe qualunque eguale finito, imperocchè ciascuna delle dette forze restando sempre le medesima produce in ogni istante una quantità di moto eguala a quella che produsse nel primo istante, e però in tempo eguale si producono somme di moto proporzionali a que' primi moti istantanei.

Prendendo dunque un tempo eguale finito, e per maggiore facilità scegliendo quelle in cui un corpo liberamente cadendo dalla quiete descrive tanto spazio quanta è l' altezza dell' acqua del vase sopra il piano del foro, è manifesto che la somma de' moti istantanei del selido che noi cerchiamo per tutto questo tempo, non è che il predotto della quantità della materia del solido per la somma di tutte le velocità momentanee de esso acquistate, cioè per la velocità totale che il solido ha acquistata nel fine del detto tempo, e che parimente la somma che noi cerchiamo de' moti istantanei del fluido per tutte il medesimo tempo, non è che il prodotto della quantità delle materia fluida uscita dal vaso nel detto tempo per quel grado di velocità costante con cui è uscita. Ma questa si suppone eguale alla detta velecità acquistata dal solido; dunqne la forza che s' impiega nel mover il solido starà alla forza che s' adopera nell' espellere il fluido, come la qnantità della materia del solido alla quantità della materie del fluido, che è uscita nel tempo predetto, cioè (per lo cose accennate al §. *Un' altra esperienza* dell' annotaziene preeedente) al doppio dolla colonna del fluido che sta a piombo sopra il foro, e sie come il peso del selido al peso del doppio della colonna del fluido. Ma la forza che s' impiega nel mover il solido è certamente egnale al peso, enzi è le stesso peso del solido, dunque la forza che si esercita nell' espellere il fluido è eguele al pese del doppio delle colonna del fluido, il che ec.

Non dee fare difficoltà che nel raccoglier le somma de' moti istantanei non abbiamo messo in conto quel di più di moto, che di mano in mano ha il solido in virtù delle velocità antecedentemente acquistate, nè parimente quelle che ha il flnido già uscite dal vaso in virtù parte della velocità con cui uscì, e parte di quella che gli va imprimende la sua gravità propria nel cadere per aria, perocchè questi non sone effetti istantanei di quella forza che spigne il selido, o il fluido; ma sono una continuazione dell' effetto delle velocità già impresse, e continuerebbero tuttavie, quand' anco s' intendesse distrutta quella forza movente, di cui sola consideriamo l' effetto a ciascuno istante.

Da questo discorso si può dedurre, che il semplice peso della colonna del fluido che sta perpendicolarmente sopra il fore, da se solo non basterebbe che per metà a cacciar fuori l'acqua con quelle velocità con cui esce dal vaso (se questa è eguale a quella d'un solide caduto da peri altezza) ue per trovare il rimanente della forza a ciò necessarie ad altro si saprebbe ricorrere che all' altr' acqua laterale che è d' intorno alla detta colonna, e che spignendo secondo la comune proprietà de' flnidi, per ogni verso venga come ad ischiacciare, e ad assottigliare quell' ultima falda, o gocciole d' acqua che si presenta al foro (la quale sola può cedere a tal pressione per avere l' esito aperto per lo stesso foro) e con ciò fuori

questa, si rivoltino per qualsisia altra linea, non perdono, nel punto del rivolgersi, il loro grado, ne siegue, che (1) *se i fori saranno orizzotali, o verticali, o inclinati come si voglia, le velocità dell'acqua che esce per essi, saranno tra loro pure in proporzione dimidiata delle altezze.*

---

la sprema, succedendo essa a riemper d'intorno intorno ciò cho quolla ha lasciato di vneto presso gli orli del foro, ende poi nasca la contrazione del gette. E però si dee cenchiudere che la ferza di tutta l'acqua laterale nel produrre queste effetto sia altrettanta, quanta è quella della colenna perpendicolare, cen cui in fatti essa sta in equilibrio; se pure non si deo dire piuttesto, che tutte l'effetto dipenda dalla detta acqua laterale, e che la colonna verticale altro nen faccia che andare somministrando al foro nuove falde di se stessa, di mano in mano che la forza obbliqna le va spremendo, o cacciando fuori del vaso.

Quindi è, che se nel vaso altr' acqua non fesse cho quella che sta a perpendicolo sopra il foro, como so il vase fosse un tubo cilindrico piene d'acqua, a cui tutto ad un tratto si levasse il fondo, non cencepirebbe già l'acqua nel primo istante quel grado di velocità, che cenvorrebbe alla sua altezza, ma comincerebbe ad uscire con quella velocità minima, con cui i gravi cominciano a cadere, e si andrebbe accelerando per que' medesimi gradi, che questi si accelerano, ne selo le parti prossime al foro, ma eziandio tutte le altro superiori avrebbero in ciascuno istante la medesima velocità, ne più ne mene, che se il cilindro d'acqua fesse solide, e selamente giugnerebbe l'acqua a quel grade di velocità, cho acquistone i solidi cadende dalla detta altezza, quando dal tubo fosse uscita una quantità d'acqua eguale ad una sua intera tenuta; onde è, che per manteneto la superficie d'un tal vaso ad un' altezza permanente, converrebbe nel versarvi l'acqua dalla parte di sopra andar secondando quelle diverse velocità, colle quali essa uscirebbe per l'orificio inferiore.

Nen lascerò per ultime di avvertire, cho melto lume si potrebbe a mio eredere ricavare in questa materia facendo le sperienze delle velocità in un vaso, in cui fossero due fluidi di peso notabilmonto diverso (a cagione d'esempio argento vivo con sopravi acqua) o variando in più maniere le altezze dell'uno, e dell'altro fluido; e ciò specialmente potrebbe servire ad accertarsi, se lo velocità rispondano veramente alle pressieni, e alle discese, non dovondo allora esser queste nella ragione di quolle, como le sene in un fluido omogeneo; ma il vaso vorrebbo essere assai ampio, affinchè in nn tempo bastantemente lunge per assicurarsi delle velocità, non si abbassassero sensibilmente le superficie nè dell'uno, nè dell'altro fluido, con sespetto che lo velocità stesse andassero frattanto cangiando, e vi bisognerebbere sponde e fende di gran robustezza. Si potrebbe eziandie tentare con acqua ed olio, dando all'uno ed all'altre di questi fluidi una differenza ben grande d'altezza nel vase, il quale si richiederebbe allora assai alto.

(1) Della verità di queste cerollario, cho è fendamentale nella presente materia, si è data nell'annotazione 4.ª bastante riprova per mezzo dell'esperienze fatte nelle sponde de' vasi; ma sicceme ne' fori verticali, o inclinati le altezze dell'acqua sene diverse, prendondene la misura da diversi punti della luce del foro inegualmente lentani dalla superficie, così è necessario avvortire, che quande il diamotro del foro non fosse così piccole da poterlo riputare come insensibile, allera si suppone comunemente dagli scrittori, e con essi dal nostro autore, che eziandie le velocità ne' detti punti siano varie, e sempre stiano fra loro in

Il signor Mariotte, il quale con una somma diligenza ha fatte, circa li movimenti dell'acque, una gran quantità di esperienze, trova, che in materia di questi getti, le prime goccie che escono da' fori, hanno una velocità molto minoro di quella che s'acquista dopo qualche poco di tempo, il che è conforme a ciò, che nelle sfere abbiamo poco di sopra dimostrato. Ed in fatti egli è evidente, che

---

ragione dimezzata dello dette altezze, essendo selamonte eguali fra loro la velocità di quo' punti dolla Ince del fero cha sono situati ad une stesso livello; e ciò ha luogo qualunque sia la figura del foro, e l'inclinazione del piano del medesimo.

Io non so veramonte, che questa osservazione sia mai stata comprovata con alcuna sperienza, la quale non sarebbe difficilo a farsi, raccogliendo secondo il selito l'acqua che uscisse sotto un'altezza permanente in un certo tempo tenendo il foro del tutto aperto, e paragonandola cella somma di quello che uscirebbero in tempo eguale da tutte le divorso parti della medesima luce, lo quali si andassero aprendo ora nella sommità, ora nel mezzo, ora nel fondo della medesima; per toglier con ciò ogni scrupolo che potesse nascere so quell'acqua, cho sgorga a cagion d'esempio dalla parte superiore alteri per avventura la velocità di quell'altra, cho nel tempo stesso esce dall'inferiore; ne mi pare irragionevolo un tal dubbio nella oscurità in cui siame del modo, in cui epera la natura nel metter in moto il fluido. Anzi ne pur so se mai sia stato provato se faoende correro ad un medesimo tempo l'acqua per duo fori situati a diverse profondità sotto la superficio, e fra loro separati, ne siegua punto d'alterazione uelle velocita. Simili provo metterebbero in sicuro un tal fatto, che dal nostro autore, anzi da tutti gli altri si presuppone come certo, e cho serve di fondamento a una gran parte de' teoremi che riguardano il cerso de' fiumi, e solo si vorrebbe aver riguardo all'effetto de' soffregamenti dell'acqua cogli orli delle aperture, per le quali si facesse uscire; ma tal effetto nen dovrebbe essere molto notabilo, quando si trattasse d'una luco assai grande, nen petendo allora l'acqua trattenuta dal soffregamento avere gran proporzione a tutta l'acqua, che uscirebbe per una tal luce.

Supposta intanto la verità di tale affezione, cioè che ne' fori delle sponde de' vasi ciascuna parte dell'acqua abbia al suo nscire la velocità in ragiono dimidiata dell'altezza perpendicolare delle superficie di quella cho stagna nel vaso sepra quel punto onde ella esce, è manifesto, che la massima velocità converrà a quelle parti cho usciranno dal fondo di tale apertura (la quale a maggior facilità si supporrà di figura rettangola) o la minima a quelle che sgorgheranno dalla sommità di essa, onde nel sito di mezzo dee darsi un punte (o piuttoso una linea orizzentale) a cui convenga una velocità mezzana fra tutte quelle che competono alle diverso parti di tutta l'apertnra, dimanierachè se tutta l'acqua che per essa si scarica uscisso colla detta velocità mezzana, tanta appunte ne uscirebbe, quanta è quella che esco colle dette volocità diverse, e questa si chiama *velocità media* di quella apertura, o luce, e il punto a cui s'intende competere tale velocità, chiamasi *centro della velocità*. Il nostro antore nel sno trattato della misura dello acque correnti, e il P. abate Grandi nol suo del movimento delle acque hanno insegnato il modo di determinare geometricamente il sito del punto predetto, il quale è diverso secondo le varie altezzo dell'acqna, nè mai cade precisamente nel mezze doll'altezza della luce, ma più vicine alle sommità di essa, che al fondo. Da ciò sieguo, che se nella spouda verticale d'un vaso sarà una

se dal vaso ABCD pieno di acqua, s'intenderà levato tutto ad un tratto il fondo BC, l'acqua immediatamente superiore ad esso, comincierà a discendere al basso, e nello stesso tempo sarà seguitata da quella che è nella superficie; ma questa velocità nel primo tempo sarà molto minore, che in quello, nel quale la parte superiore dell'acqua sarà discesa alla linea orizzontale, che prima era occupata dal fondo del vaso.

---

luce, da cui si faccia uscir l'acqua sotto diverse altezze permanenti della superficie di quella che stagna nel vaso, le velocità medie saranno in ragione dimezzata delle altezze della detta superficie sopra il centro di velocità di quella luce, e nella medesima ragione saranno eziandio le quantità d'acqua che ne usciranno in tempi eguali.

Sono stati alcuni che hanno messo in dubbio, se queste regole intorno alle velocità abbiano luogo anche nel caso che la sommità della apertura fosse precisamente all'altezza della superficie dell'acqua, che si contiene nel vaso (nel qual supposto è chiaro, che la velocità della parte suprema che si presenta all'apertura, cioè quella della superficie dell'acqua del vaso dee esser nulla) e però hanno preteso non potersi le regole fin ora addotte applicare alle luci, o sezioni, onde i fiumi escono dalle loro vasche, mentre per lo più tali emissarj sono aperti superiormente a tutta altezza, o anco sopra l'altezza della superficie dell'acqua che è nella vasca. Non si saprebbe tuttavia immaginare sopra di che fosse appoggiato un tal dubbio, anzi ciò pare contrario all'uniformità delle leggi della natura. Mentre se intenderemo, che una luce di costante grandezza si vada di mano in mano alzando, e accostando alla superficie dell'acqua del vaso, le velocità medie di essa serberanno sempre un certo ordine, che si potrà esprimere colle applicate di una curva tirate sempre per la sommità della luce, e che abbiano per ascisse le distanze di essa dalla detta superficie, onde strano sarebbe, che in quell'ultimo punto in cui la sommità predetta arriva ad uguagliarsi alla superficie si cangiasse regola, e che l'applicata, la quale passerebbe per quel punto non esprimesse anch'essa la velocità media, che risponde a tal situazione. Nè si può addurre in contrario l'esperienza del vedersi in tal caso movere la superficie, che pure non dovrebbe moversi, perocchè come altrove spiega l'autore, ciò ragionevolmente si può attribuire all'imperfezione della fluidità dell'acqua, le cui parti hanno qualche adesione fra loro, onde le inferiori movendosi strascinano seco le superiori. Anzi l'esperienza appunto pare che stia a favore della dottrina finora spiegata, mentre fra quelle che il sig. marchese Poleni nel suo libro *de motu aquae mixto* all'articolo 56 riferisce di aver fatte in un vaso, da cui usciva l'acqua per un taglio rettangolare aperto nella sponda fino alla sommità del vaso, alcune ve ne hanno nelle quali essendo varia l'altezza dell'acqua entro il vaso ebbe campo di dedurre la proporzione della velocità media, e questa asserisce aver trovata appunto in ragione dimidiata delle altezze. Tale sperienza serve anco in parte a togliere l'altro scrupolo accennato di sopra intorno alla proporzione delle velocità de' diversi punti d'una medesima luce, e solo resterebbe che si replicassero nelle luci totalmente sommerse sotto l'acqua nel modo indicato.

Egli è ben vero, che nell'applicare agli emissarj onde escono i fiumi, ciò che si è detto delle velocità delle semplici aperture fatte nelle sponde de' vasi, vi ponno essere altri capi di difficultà non disprezzabili; ma di ciò non è questo il luogo di trattare, riserbandoci di farlo più opportunamente nelle annotazioni al capo 4.

Io stimo superfluo di avvertire in questo luogo, che le dimostrazioni sin ora addotte suppongono una perfetta astrazione da tutte le resistenze, e coefficienze, che ponno fare alterare qualche poco la loro verità; e perciò malamente opporrebbe, chi per provare, non esser vero, che i liquori spianino la loro superficie orizzontalmente, adducesse l'esperimento di una goccia d'acqua, che posta sopra una tavola, o sopra una foglia di cavolo colmeggia: ovvero, che ne' cannellini sottili l'acqua ascenda più che ne' più ampj, ed altre simili; poichè egli è certo, che queste diversità dipendono da altre concause, e circostanze, non dal solo peso, e fluidità dell'acqua, che sono le radici del moto dell'acque de' fiumi, circa il quale si devono aggirare principalmente le nostre considerazioni nel presente trattato.

CAPITOLO SECONDO

Dell' origine de' fonti naturali.

Noi vediamo per esperienza, che dalla superficie della terra scaturiscono in molti luoghi le acque, altre delle quali stanno racchiuse in luoghi, o cavità particolari, che si chiamano vasche, o catini; ed altre, sormontando le sponde di essi, s'incamminano a qualche parte, o perdendosi dentro poco spazio nel terreno, se esse sono scarse; o pure incamminandosi all'unione di altre simili, se sono più abbondanti, dalla quale unione se ne formano ruscelli, e da questi insieme uniti i fiumi. Quindi non sarà fuori di proposito ricercare l'origine di quest'acque, che si chiamano sorgenti, o fonti, e dedurne l'origine de' fiumi, per fondamento delle susseguenti considerazioni.

Sopra questa materia hanno i filosofi diversamente congietturato, poichè altri hanno creduto, che i fonti abbiano origine dalle sole acque piovane; ed altri, che il mare sia quello che somministri la materia a queste scaturigini. I signori dell'Accademia Reale delle Scienze instituita a Parigi da Luigi il Grande, hanno fatte moltissime osservazioni per decidere simile questione, e seguitando l'avviso del P. Cabeo, e del Wreno, hanno cercato i signori Perault, Mariotte, Sedileau, e de la Hire di assicurarsi della quantità dell'acqua che cade dal cielo in un anno, siasi in pioggia, o in neve, per paragonarla dipoi a quella che corre dentro gli alvei de' fiumi al mare; ed osservando gli ultimi due, farsi anche una grande evaporazione, tanto dall'acqua medesima, quanto dalla terra bagnata, hanno nello stesso tempo osservata la quantità dell'acqua ch'è svaporata negli anni medesimi.

(1) Il sig. Mariotte fece fare da un suo amico l'**osservazione** a Dijon, e da essa determinò che la quantità dell'acqua caduta in un anno fosse di oncie 17 di altezza. Il sig. Perault l'osservò 19 in circa, con che s'accordano gli esperimenti replicati delli signori Sedeleau, e de la Hire computando un anno per l'altro; poichè nell'anno 1689 l'acqua delle piogge fu quasi oncie 19, nel 1690 oncie 23, nel

---

(1) Queste osservazioni sono poi state continuate in Parigi da diversi altri della Accademia Reale delle Scienze, cioè oltre i signori Perault, Sedileau, e de la Hire, che quì sono nominati anco da' signori Maraldi zio, e nipote, e da quest'ultimo tuttavia si vanno proseguendo, e l'esperionza di molti anni ha mostrato, che la quantità dell'acqua che piove colà un anno per l'altro torna in once 19, o piuttosto in questi ultimi anni in 18 in circa del piedo di Parigi. Ma essendosi fatte altro simili sperionze in altri luoghi della Francia, non si è trovato cho rispondano troppo bene a questa misura, anzi quasi per tutto notabilmente cre-acono sopra di essa. Avvortì già il sig. do la Hire nelle memorie della stessa Accademia del 1710 col paragone da lui fatto delle misure preso a S. Malò, a Lione, ed altrove, che ne' luoghi più prossimi, o al mare, o al monte piove assai più che a Parigi, la cui situazione è come nel mozzo fra il monte, ed il mare, di maniera che la detta altezza di oncie 18, o 19 si deo riputare piuttosto la minima, che la mezzana tra quelle che nella Francia sono state osservate.

Molto più di pioggia è stato trovato cader nell'Italia, la quale per essere secondo la sua lunghezza bagnata da duo mari poco fra loro distanti, ed oltre ciò apartita per lo lungo, e poi anco chiusa, e terminata da altissime montagno, deo per l'uno e per l'altro titolo abbondare di pioggie più della Francia. Per le sperienze continuate molti anni in Pisa dal sig. Tilli, egregio professore in quollo studio, le pioggie si alzano ivi ragguagliatamente a 33 oncie, e in Livorno a 35 once della stessa misura del piedo regio di Parigi. Molto maggiore è stata rinvenuta tal quantità in Modena dal celebre sig. Domonico Corradi matematico di S. A. Serenissima, risultando dallo sue osservazioni di 10 anni, cioè dal 1715 al 1724 oncie 47, e 9 linee per ciascun anno, e nella provincia montuosa di Carfagnana al forno Volastro, l'altezza riesce anco assai maggiore, e quasi doppia di questa, cioè oncio 92, e linoe 2, secondo che egli medesimo ha dedotto dallo misure ivi prese negl'anni 1715, e 1716, comecchè questi due anni fossero de' più scarsi d'acqua.

Fra lo montagne colle quali confina a settentrione l'Italia, cioè nell'Elvezia, il dottissimo sig. Scheuchzer misurò a Zurigo le pioggie dell'anno 1709 di oncie 32, lineo $6\frac{1}{2}$, nel qual anno a Parigi non furono che oncie 21, linee $9\frac{1}{3}$. In Bologna no abbiamo le osservazioni di 14 anni dal 1723 al 1736 fatte insieme con quelle do' barometri, de' termometri, de' venti, e delle meteore con esattezza, e giudicio incomparabile dal sig. Jacopo Bartolommeo Beccari, uno de' maggiori ornamenti di questa Università, e di questo istituto delle Scienze, per le quali osservazioni si trova essere piovuto ragguagliatamento once 26, lineo 4 sempre della predetta misura. Finalmente in Padova l'altezza dello pioggie si accorda a un dipresso con quelle di Parigi, per quanto leggo in una annotazione annessa al libro dell'origine delle fontano del sig. Vallisneri a carte 270, ove tal notizia si dice ricavata dal sig. marchese Poleni insigne matematico di quella famosa Università.

1691 oncie $14\frac{1}{3}$, e nel 1692 oncie $22\frac{1}{2}$ (1). Ma quello che vi è di più considerabile si è, che la quantità dell'acqua svaporata sopravanza di gran lunga, quella delle pioggie, determinandola il sig. Sedileau oncie $32\frac{1}{2}$ per anno; ond'è che (2) sebbene dalla terra bagnata non isvapora tant'acqua, quanta dall'acqua sola; nulladimeno non si

(1) Ancho questa ricerca, rispetto all'evaporazione dell'acqua del mare è stata preseguita dall'acntissime filosefe il sig. Hallej con esatte esperienze riferite al numero 189 delle transazieni della Società Regia d'Inghilterra. Avende egli ridetta l'acqua di un vase a quel grade di salsedine che ha l'acqua marina, o fáttale concepire quella temperie, che presso di noi ha l'aria nel tempe della più calda estate (dell'une e dell'altre si accertò egli con semma indnstria, ed accuratezza) trovò che nelle spazio di due ore avea scemato tanto dal primiere pese, quante in quel vase rispondeva in altezza alla parte trigesima quinta di un dito del piede di Londra, la qual misura gli piacque tuttavia di ridurre al sele sessantesime di un dite, credo per addattarla ad un grade di ealore estivo minere del massime; il che nelle spazie di 12 ere menta alla decima parte di un dito dolla detta misnra; o però figurande, che in tempo di nette niente affatte si svaperi dal mare, ne mettende eziandie in conte quell'evaporazione che succedo nello prime, e nelle ultime ere del gierne (lunge in qnesti climi l'estate assai più di ore 12) si può esser certe, che la detta quantità della decima parte d'un dite di Londra sia anzi meno che più di tutta l'evaporazieno del mare in un giorne estive, che sarebbe in ragione di 9 dita di Londra, cioè di oncie $8\frac{1}{2}$ del piede di Parigi in tutte il corse de' tre mesi d'estate. A questa quantità si deo aggiugner quella che svapora nelle altre stagieni dell'anne, che pur è qualcho cosa, e quell'altra molto maggiere, che non dal calde dell'aria, ma dal vento vien sollevata, e di cui troppo difficile sarebbe fare esperimento, ma quante grande ella sia, si può raccerre dalla comune esservazione, per cui veggiame, come sollecitamente per poce di vente che spiri, si rasciughino i panni bagnati esposti all'aria aperta; e questa ha lnego (particolarmente sopra il mare) in egni stagione dell'anne, ne più il gierno che la notte, ende chi ne supponesse l'effetto in capo all'anne doppie di quelle del semplice calore, non potrebbe a mio credere essere tacciato di peccare in eccesse. E però ben ponderande il tutte, si troverà che le encie $32\frac{1}{2}$ tassate dal sig. Sedileau, non si debbone giudicare soverchie. Egli è ben vero, che quella parte di evaporazione che dipende dal calore, non si può supporre eguale in ogni tratte di mare, perciocchè il calore estivo non è per tutte di eguale intensione, onde quì ancera, come nella piogge, si vuele avere riguarde alla diversità de' lueghi. Ma essendosi in queste esperienze preso per norma quel grade, che conviene alla nostra zona temperata, non si potrebbe errar di molto considerande la misnra ritrovata dell'evaporazione, come universale per tutti i mari, comecchè il sig. Hallej a maggier sicurezza uon se ne vaglia per ricavarne alcuna conseguenza, fuorchè nel sole mare mediterranee.

(2) Di molte memento è questa riflessione dell'autore sopra l'acqua che svapora dalla terra dope le pioggie per non prender abbaglie in que' calcoli per mezzo de' quali si cerca se le sole pioggie bastine per fornire a' fiumi tutta l'acqua che essi portane in un tal tempo, come v. g. in un anne. Certamente si può dare, e si dà spesse volte, e specialmente nelle stagieni alquante calde, e quande la terra è assai sitibonda d'umore, che depo le pioggie buena parte di quella che è caduta sopra terra si rialzi ben tosto in vapori, e costipata di nuovo in

può assai accertare, che l'acqua piovana basti per mantenere tutti i fiumi senza l'ajuto di quella del mare (1). Il medesimo sig. Sedileau, *nelle Memorie dell' Accademia Regia dell' anno* 1693 servendosi della portata di diversi fiumi, determinata, per estimazione in proporzione del Pò, dal P. Riccioli *lib.* 10. *della sua Geografia Riformata*,

---

nubi ricada in pioggie, no ciò una sola, ma due, tre, e più volte di seguito, e ciò visibilmente si scorgo fra le montagno, sopra le quali si alzano a piombo, come delle fumate che ne inviluppano lo sommità, e si sciolgono ben tosto in acqua, onde comunomente si prendono per presagio di vicina pioggia; o qualche cosa di simile avviane anco nelle pianure, quando le pioggio si vanno alternando colle nebbie, la cui matoria ben si comprende talvolta non esser portata altronde, ma rinascere, o sollevarsi dall' istessa torra su cui è piovuto; o comecchè non sia possibilo determinare quanta parte di acqua sia quella, che in ciascuno di tali casi torna a cangiarsi in vapori, o quanta quolla che è restata fra lo vene della terra a poter dare alimonto allo sorgenti do' fiumi, egli pare tuttavia cho quella prima non possa essere sì poca cosa, vedendosi in tali occasioni che dopo larghe pioggo ne sieguono altre quasi egualmento dirotte. Converrebbe dunquo sapere la quantità dell' acqua svaporata, o diffalcarla da tutta quella che è piovuta, per accortarsi di non mettere due, e tre, o forso dieci, e più volto una medosima quantità d' acqua nel conto di quella che può servire alle fontane naturali.

Sarebbe oltre ciò da dottrarre dall' acqua delle pioggie, quella cho passa in nutrimonto delle piante, poca secondo alcuni, ma non così poca secondo altri, giacchè ne pur questa concorre ad ingrossar le sorgenti. Ne si può sfuggire tal necessità col motivo, cho quosta ancora nol traspirare cho fanno le piante, torni a ridursi in vapori, e finalmente in pioggè, perocchè sempre ha luogo il discorso poc' anzi fatto, di non doversi mettere di bel nuovo a calcolo dell' entrata ae' fiumi, ciò che una volta vi è stato messo.

(1) Tutto il contrario di quollo che parve al sig. Sedileau, era paruto al signor Mariotte nol paragonar che fece (parte 1.ª discorso 2.º) la portata del fiume Senna da lui medesimo stabilita, colla quantità della pioggia cho cade in un anno sopra tutto il torrono, da cui quel fiume riceve lo acque (la qual pioggia supposo di oncio 15, con tutto che sia di 18, o 19) avendo egli calcolata la misura di questa più di sei volto maggiore dell' acqua che porta il fiume; d' onde conchiude, che quando la terza parte dolle pioggio esalasse in vapori immediatamonte dopo esser caduta, e la metà del rimanente restasse imbevuta tra le parti superficiali della terra per mantenerla umida, e solo il di più penetrasse al di dentro, per passar quindi per occulti canali ad alimentar le sorgenti, vo ne sarebbe di soverchio per somministrare a' fiumi tutta quoll' acqua che realmento scorro per essi.

La gran differenza tra le conseguenze ricavate da questi due celebri uomini intorno a tal particolare, proviene più che da altro dalle diverse supposizioni, cho essi hanno seguite nel calcolare la quantità dell' acqua portata da' fiumi in un anno, e quosto è veramente ciò, in cho consiste la massima difficultà dolla presento ricerca. Tal difficultà si può dire cho abbia duo capi principali. Il primo è nel giudicare della velocità assoluta di un fiume, notizia che è indispensabilmente necessaria, oltre quella della larghezza e profondità per dedurne la misura dell' acqua cho egli porta. Quand' anco si potesse sapere la velocità della superficie

calcola che molto più acqua sia portata da' fiumi dell'Inghilterra, dell'Irlanda, e della Spagna al mare, di quella possano provvedere le pioggie, senza considerare la copia dell' evaporazione che succede in un anno in tutta l'ampiezza di que' Regni, il che cagionerebbe tanto maggior differenza: ed abbenchè ragionevolmente si possa credere, attesa la difficoltà che porta seco la misura dell' acque correnti, non assai

---

nel filone non vi è alcuna regola ben certa per dedurne quella, o sia delle parti laterali della stessa superficie, o sia delle interne sotto di essa, e volendosi ancora seguire intorno a ciò le ipotesi del nostro autore, già si è accennato nel capo primo, e si vedrà di nuovo nel quarto, e nel settimo, niente potersi sapere di preciso, per ciò che riguarda le velocità assolute, sì, perchè i numeri della tavola che egli dà per trovarle non sono sicuri se non in quanto giusta è la proporzione per essi indicata, sì anche perchè troppo si può errare addattando alle azioni de' fiumi naturali, impediti per lo più da tanti ostacoli, le misure delle velocità calcolate per le acque che scorrono libere da ogni resistenza. Che se pur si stimasse poterne venire a capo per mezzo delle osservazioni attuali delle velocità delle diverse parti dell' acqua di una sezione, dedotte dalle deviazioni dal perpendicolo de' penduli sommersi nell' acqua, quà ancora per rilevare la misura assoluta delle velocità conviene valersi di teoremi non bene accertati, e la stessa pratica di tal metodo richiederebbe un gran numero di osservazioni difficili, o soggette a diverse fallacie, come si vedrà nell' annotazione 12 del cap. 7.

L' altro capo di difficoltà nasce dalla diversità degli stati del fiume in diversi tempi dell' anno, attesa la quale quando anco si sapesse la portata di esso in qualche stato, come a cagion d' esempio nelle massime piene, ciò non basterebbe se non si cercasse anco negli altri stati, perocchè in ciascuno di essi, oltre l' altezza, e la larghezza si può eziandio cangiare la velocità, e quello che forse è più difficile, converrebbe in oltre tener conto quanta parte dell' anno soglia mantenersi il fiume in ciascuno di que' diversi stati per trovare quel mezzo aritmetico che quì accenna l' autore, non servendo il prendere una portata mezzana fra le estreme se non si ha eziandio riguardo alla diversa durata di ciascuno degli stati predetti; e forse da questa più che da altra cagione dipende la gran differenza fra' predetti calcoli.

Ove poi la quantità d' acqua che un fiume scarica in un anno fosse ben certa, per paragonarla colla quantità osservata delle pioggie cadute parimente in un anno sopra tutto quel tratto di terra, che o tramanda acqua nel fiume per mezzo de' torrenti, o potrebbe tramandarvela a poco a poco ricettandola intanto nelle vasche, onde sgorgano le fontane (tratto non così facile a determinarsi, massimamente a riguardo di queste ultime) converrebbe prima fare un altro ragguaglio delle diverse altezze, alle quali montano le pioggie nella parte piana, nella montuosa, e nella marittima del detto tratto, con aver riguardo eziandio all' estensione di ciascuna di queste parti; e dopo ciò darvi un diffalco per conto di quell' acqua che svapora dalla terra umida, e di quella che va in alimento delle piante, come nella precedente annotazione si è veduto, il qual diffalco è estremamente difficile a farsi, ne io saprei alcun modo di accertarlo, neppure prossimamente.

Da tutto ciò si può inferire quanto sia difficile il decidere questa celebre quistione anco rispetto a un solo fiume, non che a tutti i fiumi del mondo; e quanto siano lontani dall' evidenza che alcuni hanno pretesa, i giudicj che ne sono

ben conosciuta al tempo che vivea detto Padre, che le di lui estimazioni siano molto lontane dal vero (tanto più che i fiumi non portano sempre ugual corpo d' acqua in tutto il tempo dell' anno, ed è assai difficile il trovarne il mezzo aritmetico) nulladimeno non può essere tanto il divario, considerata che sia l'evaporazione ec. che resti alterata la verità della conseguenza che egli ne deduce (1) S' aggiunge,

---

stati dati ora per l' una, ora per l' altra parte; se pure non si vuol ammettere per evidente un calcalo, per cui si conchiuda, che una certa quantità d' acqua che non ben sappiamo, detrattane un' altra che assolutamente non sappiamo sia eguale, o maggiore, o minore d' un' altra che sappiamo anche meno di quelle.

Egli è ben vero, che nelle osservazioni che si fanno della quantità dell' acqua che piove, non si tiene, nè si può tener conto se non di quello che ne' luoghi comunemente abitati dagli uomini va cadendo in forma d' acqua, di neve, di gragnuola, di brina, e al più di rugiada; ma oltre questa avvertì già il signor Halley, e dopo esso il sig. Jurin nella sua appendice alla geografia del Varenio cap. 16 prop. 5, che nelle più alte cime de' monti può spesse volte adunarsi gran quantità di vapori fin colà sollevati da' venti, e disciogliersi in pioggie, le quali altrove non vengono osservate; e queste penetrando tra le fenditure della terra, e nelle cavità di essa ponno somministrare materia per le fontane, le quali appunto tutte, o quasi tutte dalla montagna si veggono scaturire. L' istessa nebbia, che si spesse volte inviluppa alcuni monti, e sopra di essi si posa per giorni, e per mesi interi, ancorchè altrove l' aria sia perfettamente purgata, pare che persuada dovere restar ivi la terra quasi perpetuamente imbevuta di quelle minute stille, che poi si adunano in forma di gocce. Di queste racconta il sig. Halley avere osservata tal copia in tempo di notte nell' isola di S. Elena, e sopra un monticello non molto elevato, che nello spazio di 7, o 8 minuti ne rimasero appanati i vetri de' telescopj de' quali si serviva per le osservazioni celesti, e inzuppate le carte su cui le notava. Ben potrebbe darsi, che coteste per così dire occulte, e quasi perenni pioggie sopra i monti supplissero a ciò, che per avventura si trovasse mancare alla somma di quelle, che ne' luoghi abitati si osservano, e si raccolgono per pareggiar la portata de' fiumi.

(1) La considerazione poc' anzi fatta dell' alimento quasi perpetuo, che tra le montagne ponno ricevere i fonti naturali da' vapori sciolti in gocciole o alle cime, o alle falde di esse può forse servir di risposta ad amendue le difficultà che qui si movono dall' autore. Quando ciò non paresse bastare, molte altre risposte si ponno vedere nella lezione accademica del sig. Vallisneri sopra l' origine delle fontane, nelle note che lo stesso chiarissimo autore vi aggiunse, e nelle altre scritture appartenenti all' istessa materia che si trovano unite alla detta lezione, e stampate in Venezia del 1726, e specialmente nelle sensatissime annotazioni dell' Anonimo, che cominciano a carte 243; le quali scritture tutte finiscono di mettere in ottimo lume l' opinione oggi mai più comune tra' filosofi, e che confesso sembrare a me ancora la più probabile, che l' origine de' fonti si debba riconoscere da quell' umore che cade da alto sopra la terra, senza che faccia nopo d' immaginara altre occulte strade, ne altri difficili meccanismi, per le quali le acque del mare si sollevino per entro le viscere della terra fino alle cime delle montagne. Per quello specialmente che riguarda lo scaturire d' alcuni fonti dalle cime predette, osserva il sig. Vallisneri non darsi mai un tal caso se non dove in non molta distanza si trovino altri monti più elevati di quello, onde escono tali

che molti sono i fonti, che sensibilmente non s' alterano dall' estate all' inverno, o almeno non a proporzione della quantità delle pioggie che cadono, e che altri sono situati nelle cime de' monti altissimi, e scaricano in tutto l' anno copia d' acqua molto maggiore di quella, che ne' siti più alti di quel contorno cada dal cielo, come mi asserì di avere osservato nelle Alpi due anni sono nel suo ritorno in Italia, il sig. Gio. Domenico Cassini (soggetto, il cui solo nome vale per un elogio intero) ed io pure ho veduto in diversi luoghi, e particolarmente nelle montagne che dividono lo stato di Milano da quello de' Svizzeri, e Valesani. Si trovano anche diverse fontane, che ne' tempi più secchi dell' estate profondono l' acqua in maggior abbondanza, che ne' piovosi, e nell' inverno, (1) oltre che si sa, che l' acqua delle pioggie, e delle nevi non s' insinua regolarmente che pochi piedi sotto la superficie della terra, scorrendone una gran parte, duranti le pioggie più impetuose, ed il gran disfacimento delle nevi, per lo declive de' monti, e per lo dolce pendio delle pianure, senza entrare in minima parte dentro de' pori della terra.

Non si può pertanto negare che le acque piovane non contribuiscano molto a far accrescere quella delle sorgenti; poichè manifestamente si vede che ne' tempi più aridi molte di esse s' illanguidiscono; ed al contrario, dalle pioggie ricevono nutrimento; e vigore; quindi è, che le acque de' fonti medicinali nelle stagioni piovose perdono, o sminuiscono la loro virtù, anzi in vece di essere profittevoli, si rendono nocive (2) Ma che l' acqua tutta de' fonti non riconosca altra

---

sorgenti; e però pensa che le acque cadute sopra que' luoghi più alti, siano quelle che le alimentino, facendosi strada a giugnervi sopra quegli strati di pietra, di tufo, di creta, o d' altra simil materia impenetrabile all' acqua, che il signor Scheuchzero, e il signor Vallisneri stesso con altri hanno osservato trovarsi quasi sempre nell' interna struttura de' monti, e che spesso piegandosi, e inarcandosi da un monte all' altro, ponno prestare ufficio come di tanti sifoni per far risalire le acque predette: spiegazione certamente ingegnosa, tuttavolta che tali strati si trovino di quà, e di là fiancheggiati per lo lungo, e chiusi come da due sponde di simil materia non penetrabile dall' acqua, sicchè essa non possa gemere, ne trapelar fuori lateralmente dalle parti più basse di tali sifoni, ma debba per necessità rimontare per essi allo insù per andarsi ad equilibrare colla sua origine.

(1) Anche questa difficultà resta tolta di mezzo nel detto libro, e particolarmente nelle annotazioni dell' Anonimo a carte 291, e seguenti, ove si portano diverse sperienze, le quali convincono penetrare l' acqua entro la terra ad incredibili profondità, essendovi fra' terreni non coltivati fenditure, e canali, che cominciano presso la superficie, e s' internano molto addentro, al contrario di quel che accade nella terra rimossa, e spianata de' campi, di cui solamente la crosta s' imbeve d' umore a poca grossezza.

(2) A tutti questi motivi parmi che sia stato bastantemente risposto nel detto libro, a cui perciò rimetto chi più brama in tal proposito. Sopra tutto stimo che

origine che dal cielo; questo è quello che non pare s' accordi assai bene, nè colla ragione, nè coll' esperienza non solo per li motivi sopra addotti, ma per altri molti che portano l' Erbinio nel libro eruditissimo *de Cataractis*, ed il dottissimo sig. Bernardino Ramazzini nel suo giudiciosissimo trattato *De Fontium Mutinensium admiranda scaturigine*.

Quelli poi che hanno pensato derivare i fonti dal mare, non si sono punto accordati nel descrivere la maniera con che le acque marine ascendano alle cime de' monti. Poichè (1) altri credendo che la superficie del mare sia più alta di qualsivoglia altissimo monte, hanno detto, ciò farsi per la sola legge dell' equilibrio. Ma vacilla il supposto, come ripugnante alla ragione, ed al senso. Altri hanno indotta una circolazione perenne, comandata da Dio nella creazione dell' universo; il che si amette ma per non crederla un perpetuo miracolo, è d' uopo cercare la causa che la promuove, e mantiene. Onde è, che alcuni hanno avuto ricorso ad una facoltà attrattiva della terra, per

---

debba fare gran forza, che essendo già fuor di dubbio, che le pioggie, le nevi, e tutto il rimanente dell' acqua che cade da alto ha qualche parte, anzi ha grandissima parte nell' origine delle fontane, non par ragionevole il non voler riconoscere eziandio tutto il rimanente dalla medesima cagione, almeno finchè non resti positivamente dimostrato, che essa non basti a mantenere quella quantità intera d' acqua che i fiumi portano, il che per le cose dette troppo è difficile da ridurre a calcolo.

(1) Che la superficie del mare sia più alta de' monti, può esser caduto in pensiero a chi non essendo istrutto de' principj della geografia non distingue fra un piano tangente la terra, e una superficie veramente orizzontale, cioè concentrica alla terra. Ma che ciò non ostante le acque del mare possano salire fino alle cime de' monti per la sola forza dell' equilibrio è stata un' ingegnosa riflessione d' uno de' più insigni filosofi, e matematici del nostro secolo, il sig. Giovanni Bernulli. Considerando egli, che l' acqua dolce è più leggera della salsa, argomenta che ove nel profondo del mare l' acqua deponesse come in un colatojo quel sale, con cui intimamente è mescolata, onde passando dolce per li pori della terra, e penetrando poscia per segreti canali, e cunicoli potesse di nuovo risalire a livello della superficie del mare, non si potrebbe già arrestare, ne equilibrare a tal segno, ma ove i medesimi tubi fossero continuati allo insù verso l' alto delle montagne, potrebbe alzarsi dentro di essi, finchè nel fianco, o nella cima d' un monte trovasse esito aperto nell' aria. Ma una tale ipotesi è soggetta a difficultà al mio parere insuperabili, che ponno leggersi nelle annotazioni spesse volte mentovate alla lezione del sig. Vallisneri. Si mostra ivi con evidenza quasi geometrica l' impossibilità di tali colatoi in qualunque modo si pretenda, che operino nel separare il sale dall' acqua marina. Si riflette oltre ciò, che non potendo con un simile meccanismo alzarsi l' acqua dolce sopra la superficie della salsa se non quanto porta la ragione reciproca delle gravità specifiche dell' una e dell' altra, ed essendo le dette gravità prossimamente secondo alcuni come 46 a 45 al più, secondo altri come 103 a 100, ne siegue, che la profondità del mare dovrebbe essere almeno 100 di quelle parti, tre delle quali fanno l' altezza sopra la

mezzo della quale sian tirate le acque dal basso all' alto; ma questa oltre l' essere impercettibile, non si vede per qual motivo debba cessare nel permettere che fa il corso dell' acque per gli alvei che le portano al basso. Altri perciò hanno posta in campo una forza di pulsione fatta da' flutti, e reciprocazioni dell' acque sotterranee, o da' venti racchiusi, e compressi nelle caverne de' monti alla maniera che si formano le fontane pneumatiche; ma queste cagioni non sembrano di tanta energia, quanto basta per ispingere l' acqua sino a quella misura, alla quale in fatti sono elevate le cime di alcuni monti sopra la superficie del mare.

(1) Ha l' ingegnosissimo Descartes apportata un' opinione, forse la più probabile, e la più prossima al vero. Suppone egli che la terra sia presso che tutta cavernosa, principalmente nelle viscere de' monti (proposizione che non ammette dubbio veruno, tanti sono i riscontri che se n' hanno nell' osservazioni della terra). Che di dette concavità, le più basse abbiano commercio, o mediato, o immediato col mare, cioè a dire, che il mare vi si porti dentro senza alcun ostacolo,

---

superficie del mare dello cime più elevate, onde sgorghine fenti sepra la terra; ende trovandosene talvelta all' altezza di tre miglia italiane in circa, dovrebbe il mare in qualche luogo essere profondo intorno a 100 miglia: profondità per dir vero troppo incredibile, e lontana da tutte quelle fino alle quali si è petuto esplorare il fondo del mare con le scandaglio; per tacero che l' acqua delce obbligata a montare alle insù per condotti lunghi più di 100 miglia (dopo aver camminato orizzontalmente talvolta più d' altrettanto ad effetto di ridursi a piombe setto le predette montagne, il più dello volte assai lentane dal mare) non potrebbe in un cammine così lunge, cesì obbliquo, e così piene d' intoppi, qual si può credere cho questo sarebbe con quella ferza cho le imprimesse il sole piccolo eccesso della gravità dell' acqua del mare sepra la sua propria, arrivare che a gran fatica, e dopo gran tempo a tanta altezza; e giuntavi dovrebbe appena poterne gemere, e trasudar fueri cen lentissimo corso, e non con quella vivacità, e celerità di moto cen cui si veggono talvolta spicciar fuori gli zampilli dello sorgenti. Altre istanze si ponno leggere nelle allegato annotazioni a carte 152, e seguenti.

(1) Non lascia ancho questa epiniene d' esser soggetta a gravi difficultà, come si può vedere nelle note del sig. Vallisneri alla detta sua lezione. Contuttociò nen si vuel negare che ella nen sia la meno assurda fra quelle, cho deducono l' alimento de' fenti da una occulta circolazione delle acque del mare per entre le viscere della terra; e quando veramente vi fosse una precisa necessità di cercar qualche ipotesi per supplire al difetto delle pioggie nell' uso predetto, a questa, più che ad altra si potrebbe per avventura far ricorso. Darebbe tuttavia grande imbarazzo nel sostenerla un' osservazione fatta dal sig. Vallisneri se ella fosse costante, e perpetua, cioè che non si veggano giammai sorgenti uscire di sotto, ma sempre di sopra a quegli strati de' monti, che sono di materia impenetrabile all' acqua; mentre se gli strati predetti debbone secondo tal' ipotesi servir di lambicchi a' vapori sollevati entro terra per fermarli, e ridurli in goccielo d' acqua, tutto il contrarie si dovrebbe osservare. Veggasi anco intorno a ciò quello che il sig. Vallisneri ne ha scritto ne' luoghi accennati.

e senza mutare la qualità delle sue acque; o pure che queste passando per qualche istmo intermedio di sabbia, o di ghiara, o di argilla, o di tufo, depongano le materie eterogenee ne' loro colatoj, ed entrino più purgate, e più pure nelle cavità della terra. E poi certo che questa possiede nelle sue viscere un calore assai sensibile (sia esso originato, o da' fuochi sotterranei, o d'altronde poco importa) in maniera che molte volte si vedono scaturire dalla terra acque così calde, che non ponno essere tollerate dalla mano. Siccome dunque si vede agire il calore del sole nelle acque che si trovano sopra la terra, o nella di lei ultima crosta, sminuzzandole in vapori, e facendole ascendere ad una considerabile altezza nell'aria; così egli è probabile che il calore interno della terra faccia svaporare le acque contenute nelle caverne inferiori, e che i vapori a poco a poco ascendano, sinchè, o sminuendosi l'azione del calore, o conglomerandosi, ed unendosi a forza di un resistente (quale è creduta comunemente la densità, e freddezza de' sassi) degenerino in gocce, e vadano a colare in qualche ricettacolo, dal quale finalmente per le vene della terra, si portino alle proprie scaturigini. In questo passaggio non è difficile a comprendersi che i ricettacoli superiori, cioè più vicini alla superficie della terra, possano altresì ricevere l'acque delle pioggie, e delle nevi insinuate, sì per li meati delle terre più porose, sì per le fissure de' sassi che servono di fondamento al terreno; onde quanto sono più frequenti, e copiose le pioggie, tanto più cresce l'acqua ne' ricettacoli superiori della terra, che più in conseguenza ne somministrano a' fonti. Questi recipienti ponno essere, o uno, o molti per grado disposti nelle loro altezze; e non solo si ponno intendere per cavità, o vasi che contengono qualche copia d'acqua unita, ed ammassata in un luogo medesimo; ma anche per una sostanza terrea, e porosa che s'imbeva, riceva, e tramandi gli umori acquosi, o per nuova esalazione alle parti più alte; o pure per insinuazione alle parti più libere, o vote, o aperte all'aria, come sono le vasche, o crateri delle fontane. Il che posto, non credo che possa immaginarsi alcuno accidente circa la natura delle sorgenti che non si possa esattissimamente con la predetta supposizione spiegare; onde intieramente acquietandoci in essa, passeremo a dedurne l'origine de' fiumi.

Egli è certo che tutta l'acqua che corre dentro gli alvei de' fiumi, ha origine immediata, o da' fonti, o dalle nevi liquefatte, o dalle pioggie. Sotto nome di fonti, in questo luogo comprendo anche i laghi, stagni, o paludi, se queste non abbiano il loro essere dall'influsso de' fiumi, o rigagnoli, o altr'acque sopraterranee, ma bensì dalle sole sorgenti. E la ragione si è, che, o il lago è effetto di una sorgente sola, ed in tal caso non è egli altro che la gran vasca d'una sorgente, o pure riceve l'acqua da più di esse, ed allora diventa

una vasca sola, comune a più fonti; ed abbenchè vi siano de' laghi, che riconoscano la loro manutenzione da più cause, cioè, e dalle sorgenti, e dagl' influssi di altre acque sopraterranee, ed immediatamente dalle pioggie medesime; nulladimeno sussiste sempre, che i fiumi tutti da qualcheduno de' tre principj sopra memorati derivino. Rare volte s' incontra che da una sola fonte nasca un fiume considerabile, ma frequentemente, e per lo più, s' ingrossano i fiumi per lo tributo che ricevono d' altri rivoli, che da una parte e dall' altra dentro vi corrono, e nel progresso anche dall' influsso di altri fiumi, per un singolare artificio della natura che ne manda molti ad unirsi insieme, acciò più facilmente possano scorrere al loro termine, come a suo luogo si dirà.

Secondo le diverse circostanze, ora comunicano i fiumi per li pori della terra una porzione dell' acque proprie alle parti vicine; ora da queste per la medesima strada ricevono qualche piccolo tributo, vedendosi molte volte uscire dalle sponde de' fiumi minutissimi zampilli di acqua, e ciò succede ne' casi che la superficie de' fiumi sia più bassa notabilmente, che 'l piano del terreno contiguo, e che questo sia ben pregno d' umore somministrato o dalle pioggie, o d' altronde. Nè v' ha dubbio che il fondo de' fiumi, se è di sostanza penetrabile dall' acqua, secondo la diversa altezza del di lei corpo che sostiene, non ne riceva in qualche abbondanza, e che la trasmetta a poco a poco, lungo l' andamento del fiume medesimo al mare; poichè egli è certo, che ne' fiumi temporanei, i quali l' estate lasciano vedere il loro fondo asciutto, ogni poco di fossa che si scavi, diventa una sorgente; e scavandone molte, queste hanno la loro superficie disposta in una certa pendenza paralella a quella che gode l' alveo del fiume; segno evidente di qualche corso sotterraneo. Molto più è manifesto il corso de' fiumi sotterranei, quando in tutto, o in parte, essi si precipitano nelle voragini che incontrano, e dopo qualche tratto, di nuovo escono alla luce; poichè di questi egli è certo che trovano sotto terra alvei, e laghi, per li quali si portano al luogo del nuovo sboccamento. Per fine non si può negare che i fiumi non ricevano anche l' acque delle pioggie che dentro vi cadono; perchè siccome da queste si accresce l' acqua ne' laghi, ne' stagni, e nel mare, così niuna ragione vuole, che le medesime non somministrino anche qualche debole alimento al corso de' fiumi.

CAPITOLO TERZO.

Della divisione de' fiumi, loro parti, attinenze, e denominazioni.

Sin quì ci siamo serviti del nome di fiume in generale; ora è necessario di conoscere più distintamente le differenze de' fiumi; le parti che li compongono, e tutte le cose concernenti ad essi, insieme con le denominazioni proprie di tutti, per non avere obbligo in avvenire, di servirsi di perifrasi, e per potere in poche parole spiegare ciò che occorrerà.

Le acque dunque che corrono per la superficie della terra, esercitano il loro moto dentro una cavità distesa per lunghezza, dal principio superiore del suo corso, sino al fine, e si chiama *alveo*, *letto*, o *canale*. La parte inferiore dell' alveo, cioè quella ch'è premuta dal peso dell'acqua, si chiama *il fondo*; e le parti laterali, le quali contengono l'acqua ristretta, e sollevata di superficie, a qualche altezza, si chiamano *sponde*, o *ripe*.

Ponno essere queste, o naturali, o artificiali. *Naturali*, quando non hanno ricevuto il loro essere dalle operazioni degli uomini, ed *artificiali* all' incontro. Le *sponde naturali* sono pure di due sorte, poichè (1) o la natura le ha formate scavando il terreno, come sono quelle de' fiumi che corrono fra terra, e queste saranno dette da noi *sponde naturali per escavazione*, ovvero alzando le parti laterali al corso dell'acqua colle deposizioni del limo, e queste le chiameremo *sponde naturali per alluvione*. Le artificiali ponno essere di diversa natura, secondo la qualità dell' artificio, e della materia, ma per lo più si chiamano *argini*, cioè quando sono formate di terra ammassata insieme, ed elevata a tanta altezza, che basti a sostenere la maggior escrescenza dell' acque.

La diversa disposizione delle ripe è cagione della loro diversa denominazione; attesochè, se la ripa è perpendicolare all' orizzonte, si chiama *piarda*, che può essere *bassa*, *alta*, o *mezzana*, secondo che

(1) Quegli alvei de' fiumi che hanno le sponde di questa sorta, si veggono per lo più averne due diversi ordini, cioè due piani con loro scarpe tanto dall' una, quanto dall' altra parte del fiume; de' quali piani l' inferiore chiamasi *ripa bassa*, e fra queste ripe si contiene l' acqua ordinaria del fiume, e l' altro *ripa alta*, e queste limitano l' espansione delle massime escrescenze, se pure il fiume non fosse inondante. Mancano tuttavia alle volte le scarpe tanto all' una, quanto all' altra ripa; anzi mancano spesse volte affatto le ripe basse ristringendosi ivi il fiume, ed avvicinandosi fra loro le ripe alte a terminarne la larghezza in ogni stato d' acqua.

il sito perpendicolare si trova all'alto, al mezzo, o al basso della ripa medesima. *Ripa* semplicemente si dice, quando con una mediocre pendenza va a posarsi sul fondo del fiume; (1) ma se questa pendenza s'avanzasse dentro l'alveo del fiume considerabilmente, ed in maniera che si mettesse insensibilmente sotto l'acqua, spingendo il corso dalla parte opposta, si nomina *spiaggia;* ed *alluvione* qualvolta, pure insensibilmente crescendo, arriva a formare nuova sponda al fiume, distinta dalla precedente.

I fiumi che hanno bisogno d'argini, hanno anche per lo più distanto le sponde in più parti, osservandosi che tra gli argini (che sono l'ultime sponde destinate a contener l'acqua nella sua maggior altezza) sta disteso un canale, che propriamente si dice *alveo del fiume,* con le sue ripe non tanto alte, che nell'escrescenze non siano sormontate. (2) Tutto il terreno che sta fra detta ripa, e l'argine, si chiama *golena,* o *banca,* o *ghiara,* abbenchè questi due ultimi nomi abbiano anche altra significazione. Dopo questa, immediatamente siegue il *piede dell'argine,* la cui pendenza dalla parte della golena si chiama *scarpa interiore,* e quella dalla parte della campagna *scarpa esteriore;* siccome si chiama *piano dell'argine* la parte superiore di esso, e *base dell'argine* la somma delle due scarpe, e del piano; e *ciglio dell'argine* l'angolo che forma la scarpa dell'argine col piano di esso.

---

(1) Simili spiagge si denominano eziandio *greti,* o *renai,* i quali nomi convengono tuttavia anco a que' ridossi che sono affatto staccati dalle ripe, e come in isola dentro il letto del fiume, ma che restano coperti nelle piene di questo, e in lingua latina si denominano *pulvini,* e in toscana *capezzali.*

(2) Quelle che quì si chiamano golene, diconsi ancora in questi nostri paesi *marezane,* e *restare* (usandosi particolarmente quest'ultimo nome quando esse servono di strada ad uomini, o cavalli per tirar le barche allo insù coll'*alzaja*) e in toscana *banchine,* e sono proprie di quegli alvei che sono prodotti per alluvione, prestando in essi l'ufficio che prestano le ripe basse in quelli che sono fatti per escavazione. Se l'alveo fatto per alluvione, dopo di essere stato arginato non si è sollevato in maggior altezza, allora il piano delle golene è eguale a un dipresso al piano di campagna, che immediatamente è fuori degli argini, e tale è eziandio in questo supposto in quegli alvei che sono stati scavati a mano per condurvi un fiume, perocchè allora si fa servir di golena appunto quello spazio di campagna, che si lascia fra l'argine e la ripa. Ma se il fiume si è alzato, dopo che egli è munito d'argini, i piani delle golene saranno regolarmente più alti del piano contigno della campagna, perciocchè all'alzarsi del fondo, si rialzano eziandio le golene dalle alluvioni, onde è che il vedersi le golene più alte della campagna può dare indicio di alzamento seguito del fiume. Egli è ben vero, che i piani delle golene sono assai irregolari di altezza, ed anco di positura, trovandosi ora orizzontali, ora inclinati, e per lo lungo, e per lo traverso, e massimamente ne' fiumi tortuosi; benchè la loro natural costituzione dovesse essere di aver per lo lungo la stessa pendenza del fondo, e per lo traverso un poco d'inclinazione verso l'acqua.

Il corso che hanno i fiumi per li loro alvei non è in tutti i luoghi uniforme, e si osserva, che la maggiore velocità cammina regolarmente a seconda della maggior profondità, in maniera che dove il fondo è più basso, ivi maggiore è la velocità; dove più alto, ivi minore; e questa parte più veloce si chiama *filo*, o *filone*, e da alcuni *spirito del fiume*, e da altri *testa*, o *via dell' acqua*, e si conosce dalle materie che galleggiano sopra l' acqua, le quali a lungo corso sono portate tutte ad unirsi dove l'acqua è più veloce. Ne' fiumi che sono distesi in linea retta, trovasi il filone nel mezzo, ma in quelli che descrivono linee curve, s' accosta ora alla destra ripa, ora alla sinistra, secondando il giro del fiume, ed è causa che quelle ripe; alle quali esso s' accosta considerabilmente, si chiamino *botte*, e queste sono nella parte concava della curvità; e quelle di rincontro, dalle quali il filone si scosta, sono dette *spiagge*, come di sopra si è accennato. Le botte o resistono alla corrosione delle ripe, o no; se resistono non cambiano nome, (1) ma se cedono, acquistano quello di *botte corrose*, o *corrosioni*, che sono differenti, secondo la diversa situazione che acquista la ripa, denominandosi *piarde*, secondo la già detta significazione, o *froldi*, se per la corrosione avanzata, si tolga la ripa della golena, sottentrando l'argine a fare l'ufficio della sponda intiera, onde per differenza constitutiva di ciò ch' è significato con questo nome, basta che il piede dell' argine sia bagnato dal fiume in acqua bassa. Che se poi fosse anco corroso, allora chiamerebbesi *froldo in corrosione*, o *argine corroso*.

Le differenze de' fondi sono, che questi si chiamano, o vivi, o morti: *fondo vivo* è quello che avrebbe il fiume, se l'acqua corresse uniformemente in tutte le sue parti, e questo si disporrebbe in uno, o più piani ec. secondo le diverse circostanze, come a suo luogo si dirà. Ma il *fondo morto* è di due sorti, cioè, o più basso del fondo vivo, e si chiama *gorgo;* ovvero più alto, e se è laterale al filone, si chiama *spiaggia*, attesochè questo nome è comune alle ripe, ed al fondo, come che partecipa, e dell'uno, e dell' altro; (2) ma se occupa tutto il fiume da una ripa all' altra si nomina *dosso, o secca*. Perciò *morta di fiume* si dice quell'alveo che resta, quando il fiume si muta di letto, o a caso, o per arte; abbenchè anche l' acqua vi corra, purchè altrove sia divertito il di lui corso principale, e *mortizza*, quando lascia di corrervi l' acqua in maniera, che il fondo resti

(1) Le corrosioni de' fiumi sogliono in Toscana denominarsi col vocabolo di *rose*, o *lunate* come il sig. Viviani le chiama.

(2) Simili *dossi*, o *ridossi*, che occupino tutto il fiume da una ripa all'altra succedono ove l' alveo di esso, o si dirama, o si allarga, come nota l' autore nel corollario 4 della prop. 3 del cap. 5.

fangoso, o pantanoso: si chiama anche *fiume morto* un alveo abbandonato dall'acqua corrente, sia esso ridotto, o no, a coltura; o pure incapace di esserlo.

Questi alvei dunque che intersecano, e solcano la superficie della terra, si chiamano col nome generale di *fiume*, abbenchè questo, più propriamente, convenga all' acqua che dentro vi scorre: sono però da notare alcune differenze, che talvolta aggiungono, o mutano le denominazioni, poichè le piccole acque per lo più originate da' fonti, si chiamano *rivi*. L' unione di diversi rivi si dice *fiumicello*, e l' unione di più fiumicelli diventa *fiume*. Se l' acqua di questi è continua, in maniera che mai non si scopra il fondo del tutto, si chiama *fiume perenne*; ma se qualche volta accade che resti affatto asciutto, si nomina *fiume temporaneo*. Fra' perenni ve ne sono di quelli che sono navigabili, o continuamente, o interpolatamente; o per natura, o per arte. I latini chiamavano *amnes* que' fiumi che sono navigabili da piccole barche; e *fluvii*, o *flumina* quelli che godono tal larghezza, e profondità di acqua da sostentare barche mediocri, e maggiori. Fra' fiumi temporanei si contano i *torrenti*, quelli cioè che portano le acque sole, che immediatamente ricevono dalle pioggie, o dal disfacimento delle nevi; e ad essi si attribuisce principalmente una rapidità, e velocità impetuosa, ed un crescere, e scemare improvviso a misura della durazione, ed abbondanza delle pioggie medesime.

L' unione di due fiumi si chima *confluenza*; e *fiume tributario* quello che nell' unirsi perde il suo nome, accomunandosi quello dell' altro, il quale se sarà navigabile, e porterassi a sboccare nel mare, dirassi *fiume reale*.

Hanno inoltre i fiumi alcune differenze prese dalla condizione del proprio fondo, e dalla correlazione che ha questo col piano delle campagne contigue. Se il fondo del fiume è ghiaroso, o sassoso, si dice *fiume in ghiara*; se arenoso, si dice *fiume in sabbia*; se paludoso, si dice *fiume paludoso*. Se il piano delle campagne è tanto alto, che le piene maggiori del fiume non arrivino a toccarlo, si chiama *fiume incassato*; se no, e che vi siano argini al fiume per sostenere le piene, si dice *fiume arginato*, o in tutto, o in parte; e mancandovi gli argini, dimodochè le piene si portino ad inondar le campagne, si chiama *fiume inondante*.

Sbocco, *bocca*, o *foce di un fiume* si chiama quel sito aperto, per lo quale esce dall' alveo proprio, siasi col mettere le sue acque in altro fiume, o nel mare, o altrove. Con li due primi vocaboli però s' intendono comunemente le uscite di tutti i fiumi anche tributarj; ma il nome di *foce* più propriamente, secondo alcuni, si dice de' fiumi reali, quando entrano in mare. Se un fiume divide il proprio alveo

in due, o più; allora ognuno di essi si dice *braccio*, o *ramo*; e se per tal divisione moltiplicata si perda l' alveo, allora ognuno de' detti rami piccoli, che sregolatamente si formano, si chiama *riazzo*, o *rivazzo*, o *rivolo*, secondo ch' egli è maggiore, o minore. E l' angolo fatto da due braccia di fiume sul dividersi, dicesi *divaricazione*, o *bivio*.

Isola è il terreno racchiuso fra due braccia del fiume medesimo, le quali doppoi tornino ad unirsi in un alveo solo, il piano superiore del quale se sarà tant' alto, che sopravanzi le piene maggiori, allora si dice propriamente *isola fluviale*, a differenza delle marittime; (1) ma se non sarà tant' alto, si dice più propriamente *bonello*, e ciò particolarmente s' egli è formato dalle alluvioni del fiume. Che se le braccia, o rami del fiume, dopo la divaricazione, non si uniscono più, ma portino le loro foci separatamente al mare, (2) in tal caso il terreno di mezzo si chiama *polesine*.

Accade sovente, che partendosi l' acqua dalle proprie fonti, non comincia ella a scorrere a stille, ma si raguna in qualche vaso naturale, o artificiale, prima di cominciare il suo corso sensibilmente; e questo vaso si chiama *vasca*, o *cratere*, o *ricettacolo del fonte*, siccome anco *capo*, o *testa d' acqua*.

Colla stessa significazione, ponno anco chiamarsi *crateri di uno*, o *più fonti*, quelle congregazioni di acque, che si chiamano *laghi*; ma per godere con proprietà di questo nome v' è necessaria una considerabile estensione, ed una conveniente profondità. Quindi è, che i laghi alle volte sono origine de' fiumi; ed alcune altre sono figli de' medesimi, qualunque volta, cioè corre un rivo, o fiumicello, o fiume dentro una cavità cieca, nella quale vi è bisogno che l' acqua notabilmente si elevi per poterne uscire. Egli è ben vero, che molte volte

(1) Queste isole che s' intendono sotto nome di *bonelli*, e da altri di *mezzani*, pare che propriamente ricevano tali denominazioni quando siano sì rare volte coperte dall' acqua del fiume, che possono ridursi in coltura, o che almeno si vestano d' erbe, e virgulti; perocchè quando non sono che una massa di ghiaja, o d' arena, o al più vi allignano solamente vetrici, ed altre tali piante, passano più propriamente sotto il nome di dossi, di renai, o di greti, ancorchè siano affatto staccati dalle ripe, e presi in mezzo fra due braccia di esso fiume. Può darsi, che per li cangiamenti di corso che succedono anche naturalmente ne' fiumi, e specialmente di prolungamento, o di raccorciamento della linea, un' isola fluviale torni a ridursi alla condizione di renajo, o al contrario un semplice renajo divenga isola, e ciò particolarmente dove i fiumi corrono in ghiaja, come si vedrà nell' annotazione 11 del cap. 6.

(2) Credesi questo nome derivato, e corrotto dal greco *polinesi*, che significa *molte isole*. Molti amplissimi, e fertilissimi spazj di terra sono fra le braccia del Pò, a' quali conviene tal nome, anzi tutto o quasi tutto il Ferrarese non è che un aggregato di polesini.

s' incontra, che la profondità del lago non serve per solo recettacolo al fiume entratovi, ma li somministra in oltre nov' acqua per le proprie vene; ed all' incontro, anche qualche volta ne disperde, e consuma; lasciandola uscire dalle rime, o voragini del proprio fondo, e somministrando nuova materia alle fontane, o sorgenti più basse. Quel lago che si conserva per le proprie sorgenti, e non tramanda fuori di se medesimo le proprie acque, si dice *lago chiuso*; ma se ne riceve delle forestiere, o tramanda le proprie, o le ricevute, si dice *lago aperto*; ed (1) il luogo per lo quale escono l' acque, chiamasi *emissario*, o *incile*; e quello per lo quale entrano, si potrebbe dire *immissario*. Le altre espansioni di acqua sopra la superficie della terra, che non hanno immediata comunicazione col mare, si chiamano *stagni*, o *paludi*, o *lagune*. (1) Gli *stagni*, o *paludi* sono acqua di poco fondo, e perciò gli stagni l' estate s' asciugano, e sono fatti dalle pioggie. Le *paludi* non si seccano affatto in tutto il corso dell'anno, e sono conservate dalle inondazioni de' fiumi, o dall' ingresso di qualche fiumicello, o torrente. Le *lagune* poi sono fatte dalle acque marine separate dal mare, col mezzo degli scanni, o staggi d'arena, col quale hanno solo la comunicazione, o per canali, o per aperture determinate, dalle quali sono ricevute le acque predette nel flusso, e tramandate nel riflusso.

Cadendo l' acqua d' un fiume da qualche luogo alto precipitosamente al basso, in maniera che l' alveo superiore sia considerabilmente più alto, che l' immediatamente inferiore; tale caduta si chiama *cataratta*, o *catadupa*, come sono quelle del Nilo, del Reno, e del Danubbio ec. e queste sono o naturali, o artificiali. (3) Queste ultime si chiamano anche *chiuse*, *traverse*, *pescaje*, o *sostegni*, e servono per far alzare l' acqua nella parte superiore del fiume, o per derivarla, o per servirsene ad uso di navigazione, o per far muovere diverse macchine idrauliche.

---

(1) Il nome d' *incile* pare che strettamente si soglia attribuire agli emissarj artificiali, più che a naturali, come a quelle chiaviche, dette dai latini *castella*, per li quali si deriva artificialmente dal fiume qualche quantità d' acqua.

(2) Ancorchè l' estensione delle paludi (che presso di noi più comunemente si denominano *valli*) scemi in tempo d' estate, e di scarsezza d' acqua, nulladimeno tutto quel ricinto, che in acque alte rimane inondato, o anche solamente inumidito, e però incapace di perfetta coltura suol dirsi *padule*.

(3) E in toscana anche *leghe*, *serre*, e qualche volta *steccaje*, o *steccate*, credo principalmente quando sieno fabbricate senza muro, di sole palificate, e tavole.

Il nome di *sostegni* benchè possa addattarsi a tutte le chiuse, comunemente si attribuisce a quelle fabbriche che sostengono l' acqua per frenare la rapidità del suo corso ad uso di navigazione.

Le acque derivate, o cavate da un fiume, o da un lago, scorrendo regolatamente per alveo proprio aperto di sopra, si chiamano *canali*, o *acquedotti*; ma più propriamente *acquedotto*, si dice quando l' acqua si fa correre chiusa, come dice Frontino „ *aut per cuniculos subterraneos, aut opere arcuato* „.

Per fine (1) l' unione delle acque piovane che scolano dalle pianure ne' fossi, e da questi in piccoli alvei, si chiamano *condotti, scoli, discursorj*, o *tratturi*, e sono come piccioli fiumicelli formati nelle pianure, e per lo più manufatti, che vanno a terminare o in fiumi, o in paludi, o nel mare. Ed ultimamente col nome di *fossa*, o *cavo* s' intende un' escavazione fatta in lunghezza, che contenga, o sia atta a contener acqua stagnante, o per uso di navigazione, o per difesa di Città, e Fortezze ec.

CAPITOLO QUARTO

Del principio del moto nelle acque correnti, e delle regole di esso più principali.

Dopo di avere ne' tre sopraposti capitoli dichiarato abbastanza tutto ciò che si è creduto necessario, tanto per istabilire un sodo fondamento al presente trattato, quanto per erudire chiunque ha in animo di professare la materia delle acque; egli è ormai tempo, che insinuandoci più a dentro nella parte dottrinale, ci mettiamo a cercare quale sia la causa principale del moto nelle acque correnti, o ne' fiumi.

Che *il moto delle acque sia effetto della gravità*, si renderà manifesto a chi semplicemente farà riflessione, che l' acqua egualmente con gli altri gravi solidi, tende verso un centro a questi, e ad essa comune; quindi ne nasce, che o consistendo la gravità in una naturale inclinazione che ha la materia tutta elementare, di tenersi strettamente unita al globo terracqueo; o pure dipendendo la medesima da un impeto impresso a tutte le menome particelle materiali, dalla sostanza eterea; è d' uopo credere, che congenea alla gravità de' solidi, sia anche quella de' fluidi, e che con le medesime regole operi in ispignere al basso e gli uni, e gli altri.

È però vero, che le diverse affezioni de' corpi, siccome variano le proprietà di essi; così fanno, che in alcuni casi *diversamente si*

(1) In qualche luogo di Lombardia vengono anche detti *serie*, o *seriole*, e nella campagna di Roma, ed altri luoghi circonvicini si sogliono chiamare *forme*, *formoni*, o *formali*: nome ritenuto dall' antico latino con cui gli scolatoj de' campi si chiamavano *formae agrorum*.

esercitino le impressioni ricevute dalla gravità; onde non è maraviglia, se alcuni hanno creduto non potersi addattare a' corpi liquidi, le regole dimostrate dal Galileo, circa le cadute de' gravi, vedendo che queste non riescono sempre così precise come ne' solidi. Quindi è, che per potere camminare con piè sicuro sarà bene, prima d' ogni altra cosa, di considerare tutto quello, in che convengono, e disconvengono le leggi delle cadute de' solidi, e de' fluidi.

È dimostrato dal Galileo, che *un grave il quale discenda liberamente per una linea perpendicolare verso il centro de' gravi, avrà in ogni punto della linea che descrive, tali velocità che tra loro saranno in proporzione subduplicata;* o che è lo stesso, dimidiata *di quella che hanno le lunghezze delle discese computate dal principio della caduta*. Per esempio, se il grave A (*fig.* 8.) comincierà a discendere dal punto A, e col suo centro descriverà la linea AB; anderassi da A in B, sempre accrescendo la velocità, in maniera che la velocità ch' egli avrà in C, a quella che avrà in B, sarà in proporzione subduplicata delle discese AC, AB; ovvero (che torna il medesimo) le discese AC, AB staranno fra loro in proporzione duplicata delle velocità in C, ed in B, ovvero come i quadrati delle velocità predette.

Esponendo adunque le velocità in C, ed in B per due linee rette perpendicolari alla AB, ed allungandole in D, ed E, di maniera che i loro quadrati abbiano la medesima proporzione che ha AC, ad AB; saranno i punti E, D in una linea parabolica, il cui vertice sia A, e l' asse AB, essendo una delle principali proprietà di essa linea, che le semiordinate CE, BD abbiano la proporzione subduplicata, o dimidiata delle saette AC, AB. Quindi è, che per avere un' idea di tutti i gradi di velocità, per li quali passa un grave cadente dall' alto al basso, basta dal principio della caduta descrivere una parabola che abbia per asse la perpendicolare ch' egli ha da descrivere; poichè allora le linee tutte tirate da ogni punto di essa perpendicolare, e terminate alla circonferenza parabolica, purchè ad angolo retto con la AB, esprimeranno ciascheduna la velocità, che avrà il grave nel punto, che ad essa appartiene.

Che *se un grave* A (*fig.* 9.) *in vece di cadere per la perpendicolare* AB, *sarà obbligato a discendere per lo piano inclinato* AC; *in ogni punto della sua discesa, come in* D, *avrà quel grado di velocità, che avrebbe cadendo da* A *verso* B, *arrivato che fosse al punto* E, *cioè a quello nel quale la linea* AB *è tagliata dall' orizzontale* DE, e similmente in C avrà quella velocità, che avrebbe cadendo da A in B. Quindi è, che in due maniere si possono esprimere le velocità del grave discendente per lo piano AC; cioè, o descrivendo la parabola BAG circa l' asse AB, o pure l' altra parabola CAI circa l' asse CA;

nell' una, e nell' altra delle quali le semiordinate mostreranno la proporzione delle velocità ne' punti corrispondenti.

Tutto ciò è vero, ogni volta che il grave discenda, senza che alcuna cosa gli resista; e perciò *le proposizioni predette non ponno esattamente verificarsi, che rispetto ad un grave, che cada per un mezzo non resistente*, se pure si ritrovi; ovvero nel voto, se in esso si dasse la gravità, e la discesa de' gravi. Ma nelle cadute che appresso di noi si osservano, come che esse per lo più si fanno nell' aria, non può la detta proporzione avere il suo intiero, ma resta qualche poco alterata; attesochè, ostando l' aria (per la sua grossezza, e per la repugnanza che ha all' essere divisa) al moto de' corpi assume in se una parte dell' impressione, ed altrettanta ne leva al mobile; e perciò non può la gravità imprimere ne' gravi cadenti tutto quel grado di velocità, che per altro loro darebbe, levata che fosse la resistenza del mezzo.

Restano dunque *in fatti le velocità qualche poco minori di quello che richiede la natura della parabola*, della quale essendo una proprietà, che dividendosi l' asse in segmenti eguali, e tirandosi per le divisioni le semiordinate, non siano le differenze di queste, eguali in ogni parte, ma bensì maggiori, quanto più le semiordinate predette sono vicine al vertice della parabola; ed essendo la resistenza dell' aria sempre la medesima, se non maggiore, quanto più violento è il moto; ne segue che sul principio della caduta, può darsi il caso che l' effetto della resistenza dell' aria sia insensibile; e per conseguenza rimanga manifestissimo l' acceleramento, anche sensibilmente nella proporzione accennata, ma che (1) *dopo un certo spazio di discesa* (quando, cioè la differenza delle velocità sia resa minore) *la resistenza dell' aria comincj ad operare sensibilmente, sinchè pareggiando essa la forza accelerante, impedisca, che la velocità più s' accresca, e perciò da lì avanti il moto si renda equabile.*

---

(1) Stimò l' autore col Galileo, che il moto de' gravi cadenti per l' aria si riducesse dopo qualche tempo all' equabilità. Ma qui è da avvertire, che sebbene nella discesa di ciascun corpo si può figurare un grado di celerità massima, oltre la quale mai non possa aumentarsi il suo moto, pareggiaudosi allora la forza della gravità alla resistenza del mezzo, e con ciò distruggendosi la forza accelerante, che consiste nell' eccesso di quella sopra questa (e tal velocità massima sarebbe quella, che per l' appunto basterebbe all' aria, o ol vento che si facesse soffiare allo insù per tener sospeso quel corpo, senza che potesse cominciare a discendere) nulladimeno non può giammai la velocità del corpo cadente arrivore a quel tal grado, se non dopo un tempo infinito, come dopo l' Ugenio, il Leibnizio, e il cavalier Newton, hanno dimostroto altri moderni motemotici, e specialmente il sig. Varignon, almeno in tutte quelle ipotesi che loro è caduto in mente di esaminare intorno alla legge delle resistenze, cioè al rapporto di esse colle

Per maggiore intelligenza di ciò, suppongasi che nel progresso della caduta di un grave, la resistenza dell'aria si accresca secondo qualunque data proporzione; dimodochè, in vece che le linee esprimenti i gradi della velocità, cadano co' loro estremi nella linea parabolica AHMI (*fig.* 9.) (come porterebbe la natura del moto accelerato) restino accorciate, e terminino alla curva APNO, la quale anderà sempre scostandosi dalla parabolica, secondo la proporzione degli eccessi, o differenze fra le velocità non impedite, e le impedite. Per cagione dunque della discesa, le velocità sempre si accrescono, e corrispondentemente, a cagione della resistenza dell'aria, sempre si diminuiscono. Ma perchè le differenze delle velocità libere DH, LM, CI appartenenti a' punti dell'asse D, L, C presi a distanze eguali DL, LC (che devono intendersi infinitamente picciole) sempre sono minori, cioè IO minore di MN; ne segue, che l'aumento della velocità verrà a farsi una volta sì picciolo, che la resistenza dell'aria, resa sempre maggiore, verrà a pareggiarlo; e per conseguenza potrà impedire ogni ulteriore accelerazione. Ciò posto, perchè la resistenza dell'aria non cresce per altra cagione, che per l'accrescimento della velocità nel mobile; non crescendo più questa, ne meno si aumenterà quella: e però pareggiata l'energia dell'acceleramento con quella del resistente, continuerassi bensì la discesa, ma col ritenersi il grado di velocità acquistato; e perciò il moto si ridurrà all'equabilità.

Vi è anche un'altra cagione, oltre la predetta del moto equabile, al quale finalmente si devono ridurre i gravi cadenti; e si deduce dal considerare, che il Galileo assume per principio della sua dottrina del moto accelerato, che *i gravi cadenti aggiungano a loro medesimi in tempi eguali, gradi di velocità eguali*; ed essendo sentimento assai ragionevole, che gli sforzi della gravità non provengano da una

---

velocità; onde siegue, che i gravi mai non possano giugnere in virtù della resistenza dell'aria al moto equabile, ma perpetuamente debbano andarsi accelerando, comecchè tale accelerazione si riduca a poco a poco ad essere insensibile.

Ciò non ostante vedremo nelle note seguenti, che la supposizione presa dal nostro autore niente deroga nella sostanza alla dottrina che egli espone appresso intorno al corso delle acque; e molto più, perchè nella presente materia non tanto fa d'uopo considerare la resistenza dell'aria (che poco, o nulla ha che fare col corso de' fiumi ne' loro alvei) quanto le altre resistenze che dipendono dagli ostacoli che s'incontrano nelle ripe, o nel fondo, e da simili impedimenti, i quali nelle cadute de' corpi solidi che sdrucciolassero lungo que' piani, basterebbero talvolta non pure ad impedire l'accelerazione, ma come l'esperienza dimostra a rallentarne positivamente il moto, ed anco a spegnerlo affatto; e lo stesso seguirebbero ne' fluidi, se questi nell'accumularsi che fanno pel loro ritardamento, non trovassero modo di superare gl'impedimenti, come più sotto si spiega in questo medesimo capo.

forza intrinseca ad essi, ma bensì da una potenza esterna; acciochè questa operasse sempre della medesima maniera nel mobile, sarebbe necessario ch' essa lo trovasse nel secondo tempo nelle istesse condizioni del primo; dimanierachè la potenza motrice avesse sempre la medesima proporzione alla resistenza del mobile in ogni tempo. Ciò però non può essere, se non si suppone la potenza movente infinita, perchè in tal caso qualunque fosse la velocità del mobile, si dovrebbe esso considerare, come in una perfetta quiete; ma supponendo la forza predetta finita, egli è evidente, che questa alla resistenza del mobile quieto, avrà una proporzione che non potrà avere al medesimo, quando esso sarà costituito in qualche grado di velocità; e perciò meno aggiungerà nel secondo tempo, che nel primo; meno nel terzo, che nel secondo ec. e finalmente *non potrà mai imprimere nel mobile velocità maggiore di quella che la medesima forza possiede;* dal che ne viene, che *giunto che sarà il mobile a quel grado di velocità, che non può accrescersi; necessariamente sarà ridotto all' equabilità, ancorchè il moto s' intenda libero da ogni resistenza*. Egli è però vero, che la forza producente la gravità, può essere tanto grande, che non ostante che ella sia finita, abbia sempre sensibilmente la medesima proporzione al grave, o in quiete, o in moto che sia; nel qual caso la dottrina dell' acceleramento de' gravi, non riceverebbe alcuna sensibile alterazione, come in fatti si vede corrispondere assai esattamente all' esperienze che se ne fanno.

Supposta dunque la stessa dottrina, egli è chiaro, che *se il moto de' gravi potesse farsi nel voto; i corpi più, o meno gravi che fossero, caderebbero colla medesima velocità, e passerebbero per li medesimi gradi di accelerazione;* posciachè essendo la materia di tutti i corpi omogenea, ed essendo la forza che la spinge al basso, la medesima di tutta l' altra materia; sarebbero tutte le parti di essa nel principio della caduta affette della medesima potenza; e non potendo nel voto diversificarsi il moto per alcuna resistenza, non vi sarebbe alcuna ragione, per la quale la caduta d' un corpo dovesse farsi d' una maniera diversa da quella di un altro. Ma come che tutti i moti si fanno dentro qualche mezzo fluido, dipendono molto dalla condizione di questo le affezioni de' moti medesimi.

Concorre perciò al farsi d' una caduta per l' aria l' eccesso della gravità specifica del mobile sopra quella dell' aria; poichè egli è certo, che il fuoco meno grave di essa, non discende, ma ascende, e così *il legno galleggia sull' acqua, perchè il di lui peso specifico è minore di quello dell' acqua medesima;* e la ragione si è, che il fluido toglie tanto di peso assoluto al corpo, quant' è il peso pure assoluto d' una mole del fluido eguale a quel corpo: e perciò, quando il mobile è specificamente meno grave del fluido, ha il fluido per

discendere al basso più d'energia, che non ha il mobile; e conseguentemente lo sforza ad ascendere, o non gli permette di discendere: e così *quando siano eguali i pesi specifici, non succederà nè ascesa, nè discesa;* ma bensì facendosi l'equilibrio, consisterà il mobile egualmente in tutti i luoghi del fluido. Ma *quando la gravità specifica del corpo è maggiore di quella del mezzo, allora esso discende, come se fosse un corpo di peso assoluto tanto minore, quanto vale la mole predetta del fluido*, e perciò come che il peso assoluto maggiore, *o* minore de' corpi, non influisce punto in renderli più o meno veloci, come si è spiegato di sopra; ne nasce che *ne' gravi cadenti ne meno ha luogo per fare l'accelerazione diversa il maggiore, o minore peso specifico*.

Ben è vero *che il maggior peso assoluto de' corpi compone una maggiore potenza di superare le resistenze che loro s'oppongono*, e la ragione si è, che ricevendo tutti i minimi della materia, eguali le impressioni della gravità; quanto più di numero essi sono (che è lo stesso che dire, quanto maggiore è la loro gravità assoluta) tanto maggiore è il momento, col quale essi spingono i corpi che incontrano; e conseguentemente tanto più facilmente superano le resistenze: il che ha luogo molto più ne' semplici conati della gravità, che ne' moti accelerati.

Egli è anche vero, che *se la mole de' corpi sarà grande, grande altresì sarà la resistenza che essi riceveranno dal fluido dentro il quale si muovono;* e perciò maggiormente resiste l'aria al moto di una sfera, v. g. di sei libbre, che ad una di tre; ma se si avvertirà, che *i pesi assoluti sono proporzionali alla materia, ed a' corpi, cioè,* intendendoli sotto figure simili, *in proporzione triplicata de' lati omologhi,* e che *le superficie* degl'istessi, dalle quali sono regolate le resistenze, *sono tra loro in proporzione solamente duplicata de' lati medesimi*; facilmente si dedurrà, che crescendo le forze di superare le resistenze più di quello che all'accrescersi della mole, e del peso s'aumentino le dette resistenze; *se maggiore sarà il peso assoluto del grave, maggior anche sarà la forza di esso per superare la resistenza dell'aria*. Quindi è che i *corpi di poco peso, ma di superficie assai grande, cadendo da alto, giungono all'equabilità del moto, molto più presto di quello che facciano i corpi più gravi compresi da superficie in proporzione minore;* onde non è maraviglia, se una foglia di oro battuto lasciata cadere dall'alto di una torre, si veda svolazzare per l'aria, e consumare molto tempo prima di arrivare a terra, e più presto giungervi una sferetta della medesima materia, e dello stesso peso; e perciò non a ragione della maggiore, o minore gravità assoluta, *o* specifica de' corpi; ma solo per l'effetto che fanno in essi le resistenze maggiori, possono riuscire diversi ne' gravi cadenti, i gradi delle velocità acquistate.

E perchè il peso assoluto de' corpi gravi posati sopra i piani inclinati non s'esercita tutto nella discesa di essi, ma una parte ne viene levata dalla resistenza obbliqua che loro fa l'inclinazione del piano, di modo che il momento in AC (*fig.* 9.) a quello che avrebbe gravitando per AB, stia come AB ad AC; ne siegue, che *posato un grave sopra il piano inclinato* AC, *non avrà tanta forza per superare la resistenza dell'aria, quanta avrebbe discendendo per la perpendicolare* AB, *e perciò tanto più presto arriverà all'equabilità*, e paragonando insieme due piani eguali, e diversamente inclinati, farassi più facilmente, e più presto il moto equabile in quello che avrà minore l'altezza AB, o che è lo stesso, in quello nel quale l'angolo ACB sarà più acuto.

(1) Tanto *più s'impedirà l'accelerazione del moto d'un grave cadente per un piano inclinato, se la di lui superficie, o quella del piano avranno delle ineguaglità, e delle asprezze*: poichè tutti i risalti del piano serviranno per altrettanti ostacoli alla discesa; siccome

---

(1) Qui si vuol notare, che secondo alcuni corre una diversità essenziale fra la resistenza del mezzo (a cagion d'esempio dell'aria) e quella che nasce dalla scabrosità della figura de' gravi, o dall'asprezza del piano per cui scorrono; perchè laddove la prima ragionevolmente si suppone sempre andarsi aumentando a misura che cresce la velocità del mobile (qualunque poi sia la proporzione di tale aumento, intorno a che diverse sono le ipotesi degli Scrittori), al contrario le resistenze che nascono dall'asprezza della figura del corpo, o da' risalti del piano (quand'anco questi si suppongano per tutto uniformi) o non serbano alcun particolar rapporto colle velocità, o tal rapporto non è per avventura lo stesso che ha luogo nella resistenza dell'aria.

L'Ermanno nel lib. 2 della foronomia §. 477 chiama tali resistenze assolute, cioè indipendenti dalle velocità, perciocchè una tal sorta d'impedimenti toglie sempre egual parte di forza al mobile, o si muova questo con una velocità, o con un'altra, e ciò supposto, trattando poscia nel §. 494 d'un solido, che cadendo lungo un piano non soffra altra resistenza, che quella delle asprezze uniformi, riduce un tal caso a quello della gravità costante, mentre diffalcando sempre da questa la quantità della resistenza anch'essa costante, la forza che rimane, e che è quella che ad ogni istante sollecita il corpo, sempre si manterrà d'una istessa misura, comecchè minore dell'intera gravità, e per conseguente dovrà sempre andare accelerando il corpo, ma per gradi minori di quello che avrebbe fatto la gravità senza tal resistenza.

Ma il sig. Varignon nelle memorie dell'Accademia Reale delle Scienze del 1707 in una nota, che aggiugne dopo il corollario 7 del problema 3 della sua dissertazione sopra i moti fatti ne' mezzi resistenti, considerando la resistenza che dipende dalle asprezze uniformi essere proporzionale, non già al tempo (come pare che il sig. Ermanno la figuri nel precedente discorso) ma bensì allo spazio corso dal mobile in un dato tempo minimo (per essere in fatti tanto maggiore il numero dei risalti, che sempre detraggono egual parte di forza al mobile, quanto più lungo è lo spazio corso, giacchè tali risalti si suppongono per lo stesso spazio uniformemente distribuiti) conchiude, che la resistenza sarebbe verisimilmente

tutte le asprezze, colle quali il mobile incontra detti ostacoli, saranno sempre di tanto maggiore impedimento all'accelerazione. Quindi è, che essendo minore il contatto della sfera R col piano AC, di quello sia il contatto del prisma S col piano medesimo; minore ancora sarà l'impedimento al discendere della sfera, che del prisma; e perciò generalmente; *quanto maggiori saranno gl' impedimenti alla discesa, tanto minore sarà l'ultimo grado di velocità acquistato dal mobile, prima di ridursi al moto equabile*, e tanto più presto questo si otterrà.

(1) *Se un grave che discenda per un piano* AB (*fig.* 10.) *inclinato ne incontrerà un altro* BC *meno inclinato* (parlo teoricamente, e

---

come la velocità attuale del corpo a ciascun tempo; e però anche l'impedimento delle asprezze produrrà una resistenza, che non potrà dirsi assoluta, ma che avrà dipendenza dalla velocità, eemecchè non abbia per avventura a questa il medesime rapporto che vi ha la resistenza dell'aria. È ben vero, che se le resistenze nate dalle asprezze consistono (come le spiega il sig. Pitet nelle memorie del 1730) in tanti ribalzi, seguiranne forse altre leggi.

Comnnque sia è manifesto, che tante nell'una quanto nell'altra di queste due ipotesi dovranne i corpi solidi cadenti per piani inclinati sempre andarsi accelerando non estante le asprezze uniformi che vi incontrano, e così pure dovranno fare le acque de' fiumi nella lero discesa, non ostante il soffregarsi che fanno celle ripe, e col fondo. Egli è ben vere, che la difformità di tali impedimenti congiunti cogli altri che incontrano i fiumi, ceme le diverse inclinazioni degli alvei, gli scoglj, e i sassi che gl' ingombrano fra le montagne, le cascate dalle pescaie, il cangiamente delle larghezze, l'obbliquità delle ripe, i ribalzi, e le riflessioni dell'acqua, l'impeto dei fiumi tributarj, e simili altre cagioni ponno non pure impedire l'accelerazione, ma indurre positive rallentamento nel corso delle acque, come poc' anzi si è notate.

(1) Questo pure fu insegnamente del Galileo, ma non è poi stato trovate vero da chi dopo di esso ha meditato sepra tal materia. Osservò il sig. Varignen, che la velocità del mobile nel suo passaggie nel nueve piano dee necessariamente diminuirsi, e ridursi rispetto alla primiera velocità, in ragiene del sine del compimento dell'angolo, che comprendone fra loro i due piani al sine totale. Allora sole un grave in qualsivoglia punto del suo viaggio inclinato all'orizzonte, avrebbe la stessa velocità che compete al punto corrispondente del perpendicolo, quando la linea inclinata del detto viaggio fosse o una sola retta, o una curva continuata, e pura una porzione di curva congiunta ad un'altra linea tangente retta o curva; ma non così ove ad un piane ne succeda un altro, che col primo comprenda un angolo assegnabile. Veggansi intorne a ciò le proposizieni 7 e 8 delle utilissime annotazieni del padre abate Grandi al trattato del mote accelerato del Galileo.

Ma ne quì pure si dee temere, che nasca alcuno sconcie a quello che sul fondamento predetto insegna l'autore intorno al movimento dei fiumi. Solamente nel case che essi scendano per diversi piani inclinati, si dovrà aver riguardo alla predetta diminuziene della velocità, considerando il cangiamento dell'inclinazione per une di que' tanti impedimenti che l'acqua incentra negli alvei de' fiumi, e che concorrono a scemarne la velocità.

prescindendo dalle resistenze) *acceleratosi per* AB, *continuerà ad accelerarsi per* BC; *ma più lentamente, dimodochè in tutti i punti* D, D *abbia la velocità medesima, che avrebbe avuta ne' punti* E, E *corrispondenti, cadendo perpendicolarmente per* AE. E *se al fine de' piani inclinati, succedesse un piano orrizzontale* CF, *non farebbe per esso alcuna accelerazione;* ma solo vi conserverebbe il grado acquistato nel punto C, col quale correrebbe equabilmente per lo piano CF. In oltre, *se il mobile* arrivato che fosse in B, o in C, *trovasse qualche ostacolo, o causa che rivoltasse la di lui direzione all'insù,* o per la perpendicolare BG, o per l'inclinata BH, *senza levarli alcuna parte della velocità acquistata*; è certo che *il grado di velocità dovuto al punto* B, *sarebbe bastante a ricondurlo, o per l'una, o per l'altra strada, sino alla medesima altezza, dalla quale prima partì*, cioè sino all'orizzontale AH, di moto però ritardato (cioè che procedesse, diminuendosi coll'ordine medesimo, retrogradamente per li gradi dell'accelerazione) finchè, riportato in I, tornasse a quel grado di velocità, che primo avea in D, o in E, e perciò siccome in A non avea il mobile alcuna velocità, così giunto in H, o G fosse tornato alla quiete.

Ma *mettendo a conto le resistenze, non è mai possibile che il mobile ne' punti* D, D *abbia la stessa velocità che in* E, *ma sempre qualche cosa di meno*, e maggiore sarà la differenza ne' punti del piano BC. Quindi è che *arrivato in* B, *non sarà bastante il grado acquistato a riportare il mobile sino all'orizzontale* AH; perchè, oltre la resistenza incontrata nella discesa AB, e dall'aria, e dal piano inclinato, dovrà per risalire verso l'orizzontale AH, incontrarne altrettanta; e perciò tanto maggiormente diminuire i gradi di velocità, che prescindendo da quest'ultima resistenza, ne meno sarebbero stati bastanti per arrivare all'orizzontale AH; e quindi è, che prima di arrivarvi, avrà perduta tutta quella velocità che avea acquistata per la discesa AB. Molto maggiore sarebbe la differenza, se l'ostacolo trovato in B, a cagione del quale s'intende fatta la riflessione in BH, avesse levata, come succede, una parte della velocità al mobile; poichè egli è ben evidente, che il grado in B dovuto alla discesa libera AL, impedito che sia dalle accennate resistenze nel discendere per AB, e dalle medesime nell'ascendere per BH; se in oltre sarà scemato in B per l'ostacolo riflettente, di tanto minor forza sarà; e per conseguenza resterà appena atto a ricondurre il mobile alla metà, o alla terza parte dall'altezza BC.

Che se prima di avere compita la sua ascesa per la linea BH, *troverà il grave qualche ostacolo che l'obblighi a rivoltarsi all'ingiù nuovamente*, come per lo piano IK, *con qualche velocità residua di quella ch'avea antecedentemente; tornerà egli nella discesa* per IK, *ad accelerarsi*, come per appunto se egli avesse scorso il piano IK

prolungato all' insù in M; e scendendo da M in I, avesse acquistato in I quel tal grado di velocità, che gli restò nel cominciare a discendere per IK; il che è vero da qualunque causa dipenda la velocità in I; cioè, o sia acquistata cadendo, o pure impressa da forza esterna; con questa regola però, che se in I sarà un grado di velocità maggiore di quella che avrebbe il grave, ridotto che fosse al moto equabile scorrendo per lo piano IK; allora il moto in vece di accelerarsi, si ritarderà sino ad acquistare l' equabilità medesima.

Egli è perciò manifesto, *che se un grave avesse nel discendere da scorrere per diversi piani inclinati*, come ABCDEFGH (*fig.* 11.), *per alcuni de' quali avesse il moto discensivo, e per gli altri il moto ascensivo, riuscirebbe bensì difficile*, e forse impossibile (senza una esatta cognizione di quanto possano le resistenze che s' incontrano ora maggiori, ora minori) *il determinare le velocità del mobile in tutti i punti del di lui viaggio; ma non perciò si concluderebbe con verità, che le leggi del moto de' gravi cadenti, non avessero luogo*, o non si osservassero *nella discesa di quello*.

Passando da' corpi solidi a' fluidi, bisogna ridursi alla memoria quanto si è detto nel primo capitolo, cioè che i corpi solidi hanno le parti tutte collegate insieme; e perciò, abbenchè siano composti di più pezzetti di materia, nulladimeno devono essere considerati come una cosa sola, *non potendo un solido moversi di moto semplice, o rettilineo, se tutti i punti*, per così dire, *della mole di esso, non concepiscono un impeto eguale*, che in ognuno d' essi cagiona altresì eguale, ed uniforme la velocità, altrimenti è necessario che si spezzino. Quindi è, che gli statici tutti assegnano a' corpi solidi un certo punto, dentro o fuori della loro mole, che chiamano *centro di gravità*; (ch' io piuttosto direi *centro dell' impeto*, perchè in esso s' equilibrano, tanto i momenti della gravità, quanto tutti gli altri delle potenze moventi) dal qual centro viene descritta la linea del moto.

Ma perchè i corpi fluidi sono un ammassamento di particelle solide, minutissime, e non legate insieme; succede che (1) *ogni parte di essi*

(1) Non ostante che le diverse parti d' un fluido possano avere velocità, e direzioni diverse, a differenza di quelle d' un solido, tuttavia trattandosi di un corso d' acqua, o sia per aria, come ne' getti, o lungo un letto, come ne' fiumi, si può in ciascuna sezione intendere una direzione mezzana fra tutte, cioè quella secondo cui si move la maggior parte delle linee, o fila dell' acqua, e quella si prende per la direzione universale di tutta l' acqua, e si può parimente figurare una velocità media aritmetica risultante dal ragguaglio delle varie velocità delle diverse parti, e questa s' intende per velocità media, come si è accennato nell' annotazione 5 del capo I. In tal senso si vuol prendere e il detto finora, e quello che si dirà appresso delle velocità, e delle direzioni delle acque, ove espressamente non si distingua o la direzione, o la velocità d' una parte di una sezione da quella dell' altra.

può muoversi con direzione, e velocità diversa dall' altre; e perciò ne' fluidi niegano gli statici medesimi, trovarsi alcun centro di gravità; non perchè anch' essi non siano gravi, o non siano obbligati a seguire le leggi universali della gravità; ma bensì, a mio credere, perchè siccome non può assegnarsi un centro solo comune a' più solidi staccati uno dall' altro (che però non abbiano alcuna dipendenza, o cospirazione ne' proprj moti) ma bisogna ammetterne tanti, quanti essi sono; così trattandosi di un fluido (che non è altro che un ammassamento di più corpi, ognuno in libertà di moversi da se solo) non si può dare il centro di gravità all' unione, o al numero delle parti; ma bisogna considerarlo in ognuna di esse separatamente; come è manifesto in una massa di miglio, le cui granella non sono obbligate a seguitare il moto l' una dell' altra, ne ad avere alcuna dipendenza dal centro di gravità, che potrebbe assegnarsi alla figura, sotto la quale la predetta massa fosse compresa. Accade però qualche volta che il moto de' fluidi abbia qualche relazione al centro di gravità della figura, ma ciò è solo per accidente, e quando alcune delle parti del fluido, sono da qualche circostanza sforzate a seguire il moto delle altre.

(1) Dovendo perciò ognuna delle parti d' un fluido considerarsi come un corpicciuolo solido, e grave; non vi è alcuna ragione che non persuada dovere esso discendere al basso colle leggi medesime, che osservano i solidi maggiori, e perciò per quanto è in lui, accelerandosi di moto, secondo la proporzione delle semiordinate alla parabola; il che si dee intendere non solo nelle discese perpendicolari, ma ancora in quelle fatte per li piani inclinati.

Ho detto *per quanto è in lui*; attesochè la resistenza dell' aria, non v' ha dubbio, opera molto ad impedire l' acceleramento, sì per la sua naturale adesione, o viscosità, sì per la picciolezza del corpicciuolo predetto, che perciò da se solo non potrebbe nemmeno discendere per l' aria; ma vi resterebbe sospeso nella medesima maniera che fanno i vapori, se con la compagnia di altri simili, i quali succedendo l' uno all' altro, s'aiutano vicendevolmente, non restasse finalmente superato l' ostacolo dell' aria predetta. Che dall' unione di

(1) Non è punto necessario obbligarsi a far concetto de' fluidi, come di aggregati di corpicciuoli solidi, potendosi verificare nella sostanza tutto ciò, che in questo trattato s' insegna, ancorchè le parti minime de' fluidi si considerassero come fluide. È bensì necessario supporle gravi, e prendere almeno per ipotesi, che ciascuna parte nello scendere abbasso, prescindendo dagli impedimenti, si acceleri con quella legge, con cui si accelerano i solidi, quand' anco si lasciasse in dubbio, se ne' medesimi tempi dopo la quiete passassero per li medesimi gradi di celerità, che questi. Vedi intorno a ciò l' annotazione 3 del capo 1.

più corpicciuoli d' acqua ciò succeda, è necessario per due ragioni: primieramente, perchè 'l corpo che risulta da' componenti dell' acqua, cioè l'acqua medesima, è più grave in ispecie dell'aria, e perciò è atta a superare la di lei resistenza: e secondariamente, perchè unendosi insieme più particelle di acqua, viene il composto a crescere di peso assoluto, più di quello s' accresca la di lui superficie; e conseguentemente viene a scemarsi in proporzione la resistenza; quindi è che successivamente accresciuta la potenza operante, e scemata maggiormente in proporzione la resistente, è necessario che finalmente la prima superi la seconda, e perciò che l' acqua discenda per l' aria.

Questi effetti della separazione, ed unione delle particelle dell' acqua, sono da noi cotidianamente osservati nell' ascendere che fanno i vapori, e nel cadere delle pioggie; posciachè non essendo altro il vapore semplice che acqua rarefatta, o più propriamente che particelle d' acqua minime, e disunite: è facile che ogni moto dell' aria le porti alla parte superiore, dalla quale non potendo partirsi, per lo poco peso, e gran superficie, cioè per la gran resistenza che trovano, stanno come notando dentro l' aria medesima, ed ubbidiscono al pari delle di lei parti, agl' istessi moti, da' quali ella viene agitata. Ma perchè le agitazioni dell' aria si fanno, non solo per linea retta, secondo la direzione de' venti; ma anche a modo di fermentazione, come vediamo nelle particelle polverose dell' aria medesima che s' incontrano in uno spiraglio di sole; succede che a cagione del moto, direzione, e contrasto de' venti, delle materie minerali ch' essi portano, e della costituzione calda, o fredda dell' aria, vengano ad unirsi insieme le particelle acquee, le quali ridotte in gocciole, o sensibili, o insensibili, superano la resistenza dell' aria, e cascano al basso, in forma, o di rugiada, o di pioggia. Non v' ha dubbio, che quanto maggiori sono le goccie della pioggia, non cadano esse anche con maggiore velocità, il che siccome è facile da osservarsi, così non è punto difficile di renderne la ragione, per le cose dette di sopra; poichè quanto maggiore è di peso assoluto il corpo cadente, tanto più tardi si riduce all' equabilità del moto; e perciò accelerandosi il medesimo maggiormente in tempo più lungo, ne siegue, che dopo acquistato il moto conservi in se un grado di velocità maggiore: ed essendo probabile, che per lo più la velocità della pioggia sia equabile, allor ch' è vicina a terra; perciò o paragonando le goccie cadute da eguale altezza; o pure l' una all' altra, ridotte che siano a velocità equabile; il grado di questa sarà più grande nella goccia maggiore, che nella minore. Se però la goccia grande venisse da poca altezza, e la goccia piccola da altezza maggiore, può darsi il caso che questo fosse più veloce dell' altra, siccome in questo particolare ha molto

luogo l' azione del vento, che alle volte accresce, alle volte sminuisce la velocità della pioggia.

Siccome un grano di polvere posato sopra di un piano, quantunque molto inclinato, e ben terso non esercita sopra di esso alcun moto, abbenchè sia un corpo solido; così *una goccia piccola di acqua posta in un simile piano, non potrà discendere al basso*; ma siccome da più grani di polvere si può comporre un cumulo maggiore, e più grave, che non possa di meno che muoversi, posto che sia sopra del piano medesimo; così *accrescendosi la quantità dell' acqua, sarà necessario ch' anch' essa discenda*. Ben è vero che *potrà un impedimento fare, che il grave solido s' arresti intieramente, e non potrà facilmente fermare il fluido*. Per esempio, se sopra del piano AE poserà la sfera DBC (*fig.* 12.), la quale incontri l' ostacolo FC, che sia almeno tale, che tra il punto del contatto D, ed il punto C sommo dell' ostacolo, stia di mezzo la linea di direzione IH; o almeno non sia dalla parte inferiore del punto C, allora la sfera DBC non si muoverà punto: e la ragione si è, che non può la sfera muoversi al basso, se il centro di gravità I non discende, il che non è possibile, se la sfera DBC non sormonta l' impedimento; nel qual caso dovrebbe il centro I descrivere la circonferenza di un circolo circa il punto C, e trovandosi IH tra' punti D, C alzarsi: il che è impossibile succeda per la sola forza della gravità. Ma se la sfera DBC, che nel caso predetto, può intendersi di ghiaccio, s' intenderà tutta ad un tratto squagliarsi in acqua, cioè a dire, trasmutarsi dall' essere d' un corpo solido, a quello di un fluido; non potrà l' ostacolo FC impedire che l' acqua non discenda, almeno in parte. Ciò farassi, perchè levato che sia nello squagliamento il legame che avevano le parti del solido insieme, potranno discendere quelle che attualmente non saranno impedite, per appunto come farebbesi se la sfera si supponesse composta di grani d' arena, o di miglio prima collegati insieme da qualche corpo viscido, e poscia disuniti per lo rimovimento dello stesso; e questa è la prima delle diversità che s' incontrano nella discesa de' corpi solidi, paragonata a quella de' fluidi: se pure si può chiamare diversità quella che nasce dall' errore commesso in volere considerare il moto di più solidi disuniti, come se fosse fatto in uno solo.

Per altro *non v' ha dubbio, che anche i minimi dell' acqua non s' accelerino più, cadendo per la perpendicolare, che scorrendo per un piano inclinato, almeno sul principio della discesa*, per la ragione medesima, che si è detta de' corpi solidi, massimamente osservandosi, che le cadenti perpendicolari molto più si assottigliano, che le inclinate. Ma deesi avvertire, che cadendo l' acqua perpendicolarmente, riceve molte impressioni dall' aria, dalle quali sono esenti i corpi solidi; posciachè, 1.° *le cadenti perpendicolari* (così sono chiamate

le figure, alle quali s'accomoda l'acqua nel cadere a perpendicolo) *almeno sul principio si assottigliano*, il che procede anco dalla pressione dell'aria, che lateralmente spinge le parti dell'acqua, verso l'asse della cadente medesima; 2.° *Dopo qualche spazio della caduta, avendo l'acqua acquistata velocità considerabile vengono le di lei parti divise l'una dall'altra, dall'aria inferiore*, che resistendo al moto, s'insinua tra esse, e dispergendole, *fa apparire, che in vece di maggiormente ristringersi*, come esigerebbe la natura del moto accelerato; *piuttosto s'allarghino;* e questa dispersione di particelle d'acqua (talvolta, ed in certe circostanze) così vassi moltiplicando, che in vece che la cadente conservi la sua figura, si trasmuta in una rugiada, o pioggia di minutissime goccie.

Ma *ne' piani inclinati* la cosa cammina d'altra maniera; poichè *l'acqua che per essi scorre in qualche altezza di corpo; si va bene assottigliando nella medesima proporzione che richiede la velocità dell'accelerazione, come nelle cadenti; ma non mai, ó rare volte, ed in pochissima quantità, si disperge in goccie*, sì perchè è ella obbligata a stare ristretta fra le sponde, e tenersi unita al fondo, e per conseguenza non è esposta all'azione dell'aria; sì anche, perchè a causa dell'inclinazione del piano, non arriva ella mai a tanta velocità, che la poca aria la quale nel principio del corso le osta, abbia forza di dividere il di lei corpo in più parti, e ciò molto meno, dopo formatasi la superficie superiore dell'acqua corrente; mentre piuttosto l'aria che sopra vi preme, coopera insieme con la gravità dell'acqua, a tenerla unita in se stessa; onde volendo pure considerare l'acqua, come un solo corpo, possiamo addurre per seconda diversità, *il ristringersi che fa ella in se medesima, a misura della velocità, che per la caduta, o per la discesa va acquistando; al contrario de' solidi, che per tutta la caduta, conservano sempre la stessa mole.*

Si considera bensì da' fisici nell'acqua, per essere fluida, uno slegamento di parti; ma non tale, ch'ogni di lei minima particella possa staccarsi, senza veruna resistenza dall'altra, che anzi (1) è manifesto, trovarsi tra le di lei parti un tal qual vincolo, che è quello che tiene unite insieme le goccie dell'acqua, e fa colmeggiarle in

(1) Questa adesione, o viscosità, che dall'autore si riconosce fra le particelle dell'acqua, può per avventura avere ne' movimenti di essa più parte di quello che paia a prima vista, nè forse senza ricorrere ad un tal principio si può chiaramente comprendere alcuno di quegli effetti, che si riconoscono dalla gravità, o dalla fluidità.

Egli è difficile spiegare la predetta adesione supponendo le particelle di figura sferica, se pure non si ricorresse alle attrazioni scambievoli delle parti della materia, che è un'altra ipotesi fisica, la quale è soggetta alle sue difficultà.

forma di mezze sfere, quando esse posano sopra di qualche superficie. Il medesimo vincolo, o attaccamento, fa che *alle volte non si possa muovere una parte d'acqua senza che con essa siano tirate in consenso le vicine, e per lo contrario, impedita nel suo moto una parte di acqua, resta anche ritardata quella che immediatamente le è contigua.* Quindi è, che *se l'acqua fosse un perfettissimo fluido;* cioè a dire, se le di lei parti fossero affatto staccate l'una dall'altra, come è d'uopo considerarla, quando si parla in astratto, per dar luogo alle dimostrazioni; *scorrendo essa per un piano, o fondo, quanto si voglia diseguale, e scabro, potrebbero bene essere impedite quelle di lei parti che a dirittura incontrassero gli ostacoli; ma non già le altre,* le quali dovrebbero seguitare, o nella sua accelerazione, o nel grado di essa, acquistato nell'arrivare al moto equabile; ma considerando l'acqua nel concreto della sua viscosità; ne segue che non solo sono ritardate le parti di essa vicine al fondo, o alle sponde, o in una parola, vicine agl'impedimenti, ma anche quelle che restano più lontane da essi: e perciò siccome ne' solidi, che hanno le parti perfettamente unite, il ritardamento di una, porta seco il ritardamento di tutte le altre, così ne' fluidi che hanno le parti disunite, ma non perfettamente, l'impedimento del moto d'una di esse, influisce a rendere minore la velocità delle vicine, ma non egualmente; dimanierachè *maggiore è la perdita delle parti più prossime alle impedite, minore nelle più lontane,* sino a rendersi insensibile, e ridursi a niente. E però anche in questo s'accordano le leggi del moto de' solidi, con quelle de' fluidi, e dell'acqua, cioè, che quanto maggiori saranno gl'impedimenti del piano declive, tanto minore sarà il grado di velocità, acquistato prima di ridursi al moto equabile; ma discordano in ciò, che *gl'impedimenti del piano declive, quanto ritardano una parte del solido, altrettanto ritardono il tutto; ma ne' fluidi più levano alle parti vicine all'impedimento, meno alle più lontane.* E questa è la terza differenza che s'osserva nel moto de' fluidi paragonato a quello de solidi.

Non operando adunque le resistenze del piano, tanto in ritardare il moto del fluido; ne nasce, che rivoltandosi la direzione di esso ad altra parte (siasi o discendente, o orizzontale, o ascendente) *avrà esso nel punto del rivolgersi maggiore velocità di quella che avrebbe un corpo solido in pari circostanze;* e perciò avrà maggior forza per risalire all'orizzontale del principio della caduta. E qui è d'avvertire un grandissimo vantaggio, che per ben osservare le leggi de' gravi cadenti, riceve l'acqua dalla sua fluidità, o per dir meglio, che ritrae una particella d'acqua dall'altre che le stanno attorno.

Intendasi per lo piano AB disposta una serie di sferette AB, e

sopra di essa un' altra CD, e sopra questa la terza serie EF ec. E si concepisca, che tutte queste si muovono sopra del piano AB (*fig.* 13.) in maniera che l' ultima parte di B sia stata la prima a muoversi, e dopo d' essa immediatamente la penultima. Crescendo adunque ne' gravi cadenti gli spazi scorsi, secondo l' ordine de' numeri dispari dall' unità; è necessario che la sfera prima partita dalla quiete, s' allontani sempre più dalla seconda; poichè supponiamo che nello spazio di tempo, il più piccolo che si possa concepire, la prima sfera abbia fatto uno spazio, che chiameremo X; nel secondo farà 3 X, nel terzo 5 X ec., e dovendo la seconda sfera nel suo primo tempo, fare eguale spazio che la prima; sarà il di lei primo viaggio X, ed il secondo 3 X, fatto nel terzo tempo della prima sfera, nel quale avrà corso lo spazio 5 X; e perciò nel fine del secondo tempo, essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 4 X nel tempo che la seconda non si è scostata che X; la differenza dello spazio, o la distanza delle sfere sarà di 3 X; ma nel tempo susseguente essendosi scostata la prima sfera dal suo principio 9 X, e la seconda solamente 4 X, viene la distanza delle sfere ad essere 5 X, e perciò maggiore della prima ec. Quindi è, che negli spazi fra una, e l' altra della serie inferiore AB, è necessario che a cagione del proprio peso, e del mancar loro il sostegno inferiore AB, succedano le sfere della serie immediatamente superiore CD, e ne' luoghi di queste, le sferette della serie EF.

Da ciò rendesi evidente la ragione per la quale *i fluidi durante il tempo della loro accelerazione, sempre si assottigliano, e si abbassano di superficie*. Nè (1) è da dubitare, che le sfere della serie superiore, cadendo nell' inferiore, non abbiano nel punto di essa giustamente quella medesima velocità ch' avrebbero, se dal principio del piano fossero venute sino a quel punto: se si farà riflessione a ciò che abbiamo detto di sopra. Ma se le sfere della serie inferiore AB,

(1) Non manca a mio credere di soggiacere a qualche dubbio questa asserzione, a riguardo della resistenza che incontra ciascun globetto nel suo discendere dal contatto di quelli fra' quali dee scorrere, anzi pur anco dal fondo, e dalle sponde quantunque regolari, e spianate, che lateralmente chiudono, e sostentano la massa de' globi, come necessariamente convien supporre, se non si vuole che la pressione de' superiori faccia muover di fianco gl' inferiori, e disturbi le regolarità delle direzioni che quì si figurano. Atteso ciò non pare così evidente, che ciascun globo in una simile discesa concepisca tutta quella velocità, che acquisterebbe in una caduta libera. E applicando questo discorso al moto delle acque, forse questo sostentamento è uno degli ostacoli da mettersi in conto fra quelli che resistono all' accelerazione de' fiumi, e da cui non si può fare astrazione (come si può fare dal semplice soffregamento) mentre pare che la velocità debba restarne modificata. Vedi anche intorno a ciò l' annotazione più avanti, che comincia: *Niuno che io stimi ec.*

saranno portate di moto equabile, quelle della superiore CD non discenderanno ec. e la superficie dell' acqua non si abbasserà. E se per lo contrario, la sfera antecedente della serie inferiore, si troverà ritardata da qualche impedimento, e succederà la susseguente non ritardata; converrà che o l' una, o l' altra sia spinta nella serie superiore; e conseguentemente che la superficie dell' acqua si elevi.

Nel moto di un corpo solido, egli è ben evidente, che *il di lui ritardamento non può essere riparato da cagione veruna, salvo che da nuova discesa*; ma nel moto fatto da più solidi, de' quali uno sta, e s' appoggia sopra di un altro, (che è l' istesso che dire nel moto de' fluidi) se la figura di essi vi concorra, (1) *la pressione del superiore può restituire immediatamente all' inferiore tutta, o parte di quella velocità che gli è stata tolta dall' impedimento*; o piuttosto far sì che questo non produca in esso quell' effetto, che per altro vi sarebbe succeduto; con questa regola però, che *la forza della pressione non può operare effetto veruno, se essa non sia valevole a produrre*, secondo il modo spiegato nel primo capitolo, *un grado di velocità maggiore di quello che resta al mobile dopo l' azione dell' impedimento*, come pure è stato da noi dimostrato *alla prop. 1. del lib. 4. della misura dell' acque correnti*, e come ho avuto l' onore di far vedere in esperienza a diversi personaggi qualificati, e fra questi, a gli Eminentissimi d' Adda, e Barberini, nel tempo che si trovavano quì in Bologna per lo regolamento dell' acque de' fiumi di Bologna, Ferrara,

(1) Che ne' fluidi la pressione delle parti superiori possa aumentare nelle inferiori la velocità è manifesto per esperienza; atteso che se attraverso un canale corrente, e che porti una misura costante d' acqua si porrà un ostacolo, che alcun poco sia immerso sotto la superficie di questa, e chiuda il canale da una ripa all' altra (come sarebbe una cateratta, che si calasse fra' suoi incastri sino al pelo, o un poco sotto il pelo dell' acqua) si osserverà l' acqua dalla parte superiore all' impedimento elevarsi fino a un certo segno, per lo più non molto alto, e in tale positura rendersi come stagnante, e dopo ciò seguitare il canale il suo corso senz' altra alterazione. In tal caso è manifesto, che l' istessa quantità d' acqua passa per quel vano che resta dall' impedimento in giù fino al fondo, che passava per l' intera sezione, e per tutte le altre avanti l' apposizione dell' impedimento, cioè a dire, che l' istessa acqua per una minor sezione, onde è forza che vi passi con maggior velocità; nè altro può credersi se non che l' accrescimento d' altezza seguito dalla parte di sopra alla cateratta sia quello che gl' imprima un grado di velocità maggiore, appunto come succederebbe in un vaso, in cui la superficie dell' acqua fosse a qualche altezza sopra la sommità della luce per cui esce. Tutto il dubbio che può rimanere è, se l' effetto dell' acqua superiore nell' accrescer velocità all' inferiore abbia luogo eziandio quando la superiore non sia ristagnata, come lo è in questo esperimento, ma anch' essa corrente insieme coll' inferiore nelle sezioni del fiume; ma di ciò si parlerà in un' altra nota in appresso.

e Romagna. La ragione positiva di questa regola si è, che un agente non può agire in un mobile, se il movente non è mosso, o almeno in conato a muoversi, e che il mobile non può essere mosso dal movente, se o in se, o almeno paragonato al moto del movente, non è costituito in istato di quiete; condizione che non può verificarsi, quando il mobile è affetto di velocità maggiore di quella che abbia, o possa produrre il movente; poichè allora solo il mobile, anche mosso, ha ragione di quiescente, quando egli aspetta di ricevere, e non fugge l'azione del movente; e perciò non aspettando il corpo più veloce, anzi fuggendo l'azione del meno veloce, non può nè essere considerato in istato alcuno di quiete, nè ricevere l'azione medesima.

Essendo dunque ritardata una, o più delle sferette della serie inferiore AB, o pure *essendo ritardato il moto del fluido; converrà ch' esso si elevi di superficie*, e che la sferetta ritardata, v. g. B la quale aveva sopra di se nel principio solamente due serie di simili sferette; per lo ritardamento seguito ne abbia quattro, o cinque, o più, e conseguentemente, che *crescendo la pressione delle superiori* sopra la ritardata B, *venga successivamente a proporzionarsi l' azione della pressione al grado di velocità* residuo nella sfera B, e potendo, secondo la regola predetta, concorra ad aiutarla con imprimerle nuovo sforzo, atto a superare l' impedimento, o a risentire la di lui azione, meno di quello che farebbe un corpo solido. Quindi ne nasce, che essendo considerabili gl' impedimenti, anderanno tanto crescendo in altezza le serie delle sferette, che potranno, occorrendo, arrivare sino al livello del principio del piano declive; ed allora sarà costituita la sferetta B in uno stato, che potrà ricevere il grado di velocità dovuto alla discesa AB, ovvero AO, quando nissuna altra cosa le avesse resistito; il qual grado perciò sarà atto a cagionare il risalto dell' acqua sino all' orizzontale AG, o solo tanto minore, quanto può detrarre la resistenza che fa l' aria alla salita BG; e su questo fondamento s' appoggia l' assioma degl' idrostatici, che *l' acqua tanto riascende, quanto è discesa*; cioè sino ad equilibrarsi all' orizzontale medesima. Io ho nominata più volte la pressione, non come la cagione della velocità, che come si è detto nel primo capitolo, d' altronde si deve desumere; ma solo, come causa del muoversi, e del superarsi più facilmente le resistenze per l' aumento del peso assoluto, che maggiormente opera contro di esse.

In questa quarta notabile *diversità* che hanno *i fluidi* da' solidi, *si rendono essi molto più ubbidienti alle leggi de' gravi cadenti*; poichè può bene darsi il caso, che un solido dopo la discesa per AB (*fig.* 11.) dovendo risalire per lo piano BC, non vaglia a superare la di lui acclività; ma questa impotenza non può succedere al fluido, il quale

quando sia in copia bastevole, purchè il punto C sia più basso di A, *assolutamente lo trapasserà, e discenderà sino in* H, posta anche qualsisia resistenza, purchè non totale al di lui moto. La medesima ubbidienza si riscontra ne' fluidi *in discendere per qualsisia piano* (quanto si voglia poco inclinato, e pieno di molti impedimenti) ed *in accelerarsi a proporzione per essi*, a differenza de' solidi, che per piccole che siano le resistenze in poca inclinazione di piano, ponno non muoversi di sorte alcuna (1) Anzi *sopra de' piani orizzontali, ne' quali assolutamente è negato qualunque moto a' corpi solidi possono scorrere i fluidi*, sottentrando al difetto dell' inclinazione, il peso, e la pressione del proprio corpo.

Da tutte le antecedenti considerazioni, evidentemente apparisce che *le leggi de' gravi s' esercitano egualmente, e ne' corpi solidi, e ne' fluidi*, e che trattandosi della discesa semplice d' un solido solo, si possono ben riscontrare nel di lui moto più facilmente le leggi predette, che in un fluido il quale è l' aggregato di molti solidi; ma in questo facendosi operare la pressione, si ha il vantaggio della minore resistenza fatta dagl' impedimenti; e perciò in tal caso si ritrovano più sinceramente, ed esattamente eseguite le regole dimostrate dal Galileo attorno la caduta de' gravi. Siccome dunque non v' ha dubbio che la gravità non sia la causa del moto nelle acque correnti; così non si ha da dubitare, che la fluidità non sia una causa coadiuvante del medesimo.

(2) Quanto poi alle regole che s' osservano dalle acque de' fiumi nel loro corso, egli è certissimo doversi esse desumere dalle predette due cagioni; e perciò applicando la dottrina poco di sopra addotta al moto de' fiumi, pare che resti evidente, che..

---

(1) Vedi intorno a ciò la proposizione 1.ª del capo 5.° e suoi corollarj collo loro annotazioni.

(2) Non essendo possibile in questa materia provare tutto ciò che si asserisce in rigorose dimostrazioni (come lo stesso autore ha dichiarato nella prefazione a quest' opera) riputiamo, che a quelle che egli chiama *regole*, più propriamente convenga il nome d' *ipotesi*, o di *supposizioni*, e tali in avvenire le chiamaremo, non dissimulando quelle difficultà, alle quali ponno esser soggette, oltre quelle che in parte si sono già accennate nelle annotazioni, o al primo, o al presente capo, intorno a' fondamenti da' quali sono dedotte; persuadendoci che tutto ciò non ostante non lascino d' esser molto probabili, e conformi all' esperienza.

Avvertiamo che le predette o regole, o ipotesi, che si dicano, suppongono gli alvei inalterabili, onde conviene metter da parte qualunque effetto di escavazione, o di replezione che possa succedere, o alle sponde, o nel fondo, come se i fiumi non portassero alcuna materia estranea atta a deporsi sul letto, e come se questo fosse dotato d' una perfetta resistenza alla corrosione, de' quali effetti si comincia poi a trattare nel capo seguente.

REGOLA I.

(1) *L' acqua passando dalla quiete al moto, o nell' uscire dalle vasche delle proprie fonti, o nello squagliamento delle nevi, o in altra*

---

(1) Niuno che io stimi metterà in dubbio questa asserzione ne' termini generali ne' quali è espressa, mostrando in fatti l' esperienza che quando l' acqua si trova obbligata a scorrere per una doccia, o altro canale steso in linea retta con fondo, e sponde ben piane, con larghezza uniforme, o con notabile inclinazione all' orizzonte, nell' andar discendendo visibilmente si assottiglia, e scema d' altezza sopra il fondo, il che indica la velocità media di ciascuna sezione andarsi rendendo maggiore; onde si può inferire, che lo stesso dal più al meno succeda in ogni canale inclinato.

Rimane solo da vedere con qual legge, o per quali gradi siegua tale accelerazione. L' autore differisce a parlarne più sotto alla regola 7 §. *Sia per esempio,* ma noi abbiamo stimato doverne anticipatamente far parola in questo luogo, per maggior chiarezza delle cose che sieguono appresso.

Suppone egli in primo luogo, che l' acqua nel suo primo affacciarsi all' emissario della vasca, o ricettacolo, onde il fiume ha origine (giacchè a questo caso si ponno ridurre quasi sempre i principj de' fiumi di qualche considerazione, ancorchè per avventura le acque vengano somministrate al detto ricettacolo da altri rigagnoli, o fiumi minori) vi si presenti con quella velocità, con cui si presenterebbe allo stesso emissario, se alcun canale non vi fosse applicato. E in secondo luogo suppone, che nello scendere che fa l' acqua per l' alveo, le velocità di ciascuna parte di essa crescano nella proporzione dimezzata delle discese perpendicolari fatte sin dal principio del canale, il qual principio si figura nel punto, in cui il piano del fondo di esso prolungato allo insù incontra la superficie dell' acqua del ricettacolo; o quel che è lo stesso in ragione dimezzata delle altezze misurate dall' orizzonte della detta superficie, sino a quella parte di acqua di cui si tratta, purchè si faccia astrazione da tutti gl' impedimenti che si oppongono al corso del fiume. Tutto ciò spiega egli nel detto luogo colla figura 14. e coerentemente a tali principj ne siegue quello che egli stesso avea insegnato nell' altra sua opera della misura delle acque correnti, mostrando ivi nel lib. 2° prop. 2.ª che la velocità dell' acqua in qualsivoglia sezione d' un canale inclinato, è la medesima che avrebbe all' uscire da un vaso per una luce eguale simile, e similmente posta colla sezione, e altrettanto immersa sotto la superficie dell' acqua del vaso, quanta è la distanza della sezione dall' orizzonte dell' origine dell' alveo. La medesima dottrina viene comunemente seguitata dagli scrittori, che dopo di esso hanno trattato di tal materia, come il sig. Varignon, il sig. Ermanno, il padre abate Grandi, il sig. di Gravesande, ed altri.

Non lasceremo tuttavia di accennare que' dubbj che, o sono stati mossi, o potrebbono moversi intorno a questi insegnamenti. Il primo è, se quando l' acqua della conserva, o ricettacolo si affaccia ad un emissario, a cui sia applicato un canale, vi entri con quella stessa velocità, con cui vi entrerebbe, se niun canale vi fosse applicato, o se possa per avventura la velocità di essa acquistare alcuna modificazione dalle sponde, e dal fondo del canale, per cui l' acqua si trova obbligata ad incamminarsi. Per fondamento di questo dubbio si può osservare, che fra le sperienze del sig. marchese Poleni nel suo trattato *de Castellis*, alcune ve ne hanno nelle quali uscendo l' acqua per una luce rettangola apposta

maniera; acquista nella discesa per gli alvei de' fiumi, che sono

---

colla base orizzontale alla sponda d'un vaso in una sottil lastra di metallo, entrava in un canale aperto per di sopra, dell'istessa larghezza colla luce, col fondo orizzontale al piano della base dell'apertura, e di lunghezza di sei oncie.

La quantità d'acqua che si raccoglieva per questo canale in un dato tempo, era alquanto maggiore, o per conseguenza maggiore la velocità di quello che fosse, quando rimosso il canale, si lasciava l'acqua liberamente sgorgare nell'aria in forma di getto. Non potendosi dunque tale aumento di velocità attribuire alla discesa seguita per la lunghezza del canale (perocchè il fondo di esso era orizzontale) pare che se ne possa inferire, che anco nella stessa apertura, o luce del vaso entrasse l'acqua con maggiore velocità di quello che avrebbe fatto senza il canale, e che perciò l'apposizione di questo alteri qualche poco la velocità dell'acqua fino nel suo primo uscire dal vaso: e che qualche simile effetto se non maggiore, potesse aspettarsi ove il canale in vece d'essere orizzontale, fosse inclinato, sembrando che in tal positura egli fosse per rapire, e tirar fuori anche maggior quantità d'acqua. La velocità predetta nelle stesse sperienze si trovò ozianlio maggiore, addattando al medesimo lume un simil canale chiuso per di sopra, nè si può sapere quello che fosse accaduto servendosi di canali di maggior lunghezza, co' quali pare verisimile, che la quantità dell'acqua fosse per riuscir minore; onde tali sperienze congiunte colle altre de' gran divarj osservati nelle velocità secondo le diverse figure, e lunghezze di altri tubi apposti a' fori circolari, rendono ragionevole questo primo dubbio, e converrebbe a mio credere rischiarlo con esperienze atte a stabilire la verità d'un tal fatto.

Il secondo dubbio non dissimile dal primo può nascere intorno alle velocità dell'acqua nelle sezioni susseguenti del canale inclinato, per cui scende; mentre posto ancora che le dette velocità dovessero essere in ragione dimezzata delle discese, non ne siegue, che debbano essere per l'appunto le medesime, che sarebbero se l'acqua di quella sezione liberamente uscisse dalla sponda di un vaso per un lume eguale, simile, e similmente posto, o tanto profondo sotto la superficie del vaso, quanto lo è la sezione sotto l'orizzonte dell'origine del canale; e la ragione di dubitarne è, perchè siccome non è evidentemente dimostrato, anzi pare contrario alle accennate esperienze, che l'acqua entri nella prima sezione del canale con quella velocità per l'appunto, con cui uscirebbe se il canale non vi fosse, ma tal velocità può forse rimanere alterata dalla necessità di dover l'acqua incamminarsi tra due sponde, e un fondo, così non si può prendere per certo, che nelle altre sezioni seguenti (mettendo anco a parte ogni impedimento) abbia di mano in mano quelle velocità che avrebbe uscendo liberamente da un vaso per altre, ed altre luci eguali, e simili situate di mano in mano a livello delle medesime sezioni; potendo anche nelle dette sezioni nascere del divario dal caso in cui vi è il canale, a quello in cui l'uscita fosse libera, attesa massimamente quella resistenza, che dal semplice sostentamento delle sponde, e del fondo (ancorchè privi di ogni asprezza) ponno soffrire le parti dell'acqua, come fu accennato nell'annotazione 7 di questo capo, e attesa l'adesione delle dette parti, di cui nella annotazione 6: cagioni tutte che ponno per avventura esser atte a diminuire la velocità a molti doppj.

Queste due difficoltà riguardono principalmente la misura assoluta delle velocità, o sia nell'ingresso, o nel progresso del corso per esso canale, dalla qual misura dipende quella della quantità dell'acqua, che il canale conduce; onde per queste, e per altre ragioni che si ponno dedurre dalle cose notate nel capo

altrettanti piani, per lo più inclinati all' orizzonte, qualche grado di

primo, e forse per altre che altrove si noteranno, stimo che nella pratica idrometrica troppo non sia da affidarsi, anzi di gran lunga si possa andare errato nel determinare le quantità assoluto dell' acqua che porta un canale, ancorchè si supponga affatto libero da ogni impedimento, ma che dobbiamo al più contentarci di cercarne la quantità rispettiva, cioè la proporzione di quella dell' uno, con quella dell' altro, e ciò quando ben anche si avessero dello osservazioni fondamentali ben accertate di una tal misura di velocità corrispondente ad una tale altezza, giacchè tali non sono quelle dolla tavola data dal nostro autore nel libro della misura delle acquo correnti, per la ragione che si è addotta nell' annotazione 3 del capo I.

Oltre le duo difficultà sinora esposte, alcuni hanno preteso che nelle acque correnti per gli alvei siccome lo sezioni inferiori, cioè quelle che vanno avanti toccano, o sostengono le altre, che immediatamente lor tengon dietro, così tolgano al corso di questo la libertà, ne le lascino movere con quella velocità che converrebbe alla discesa se si tratta di canali inclinati, o alla pressione se d' orizzontali. Io tuttavolta non so comprendere qual fondamento abbia una talo difficultà. Imperocchè sebbene è vero, che la sezione antecedente sostiene quella che la seguita, parmi tuttavia che un tale sostentamento non possa cagionare in questa alcuna diminuzione di quella velocità che essa può aver concepita per le cagioni atte a produrla, ma altro effetto non faccia che di un impedimento, mercè cui quel velo d' acqua che per un istante passa per quella sezione, non può cangiare la sua figura (che supporremo rettangola) spianandosi colla propria gravità, o stendendosi sul letto del canale, come farebbe so non fosse sostenuto, ma necessariamente debba tenersi ritto, e ciascuna parte di esso andare per la sua direzione con quella velocità di cui è affetta, senza che questa però punto ne resti scemata; e la ragione è, perchè niuno ostacolo può fare un corpo precedente ad un altro che gli tien dietro, e gli è contiguo, quando il primo fugga con velocità eguale, o maggiore di quella, con cui si avanza il secondo. Ora egli è certo, che (fingendo tolti tutti gli impedimenti) ciascuna parte di acqua, che è più avanti nel corso di sua natura è più veloce, o almeno egualmente veloce che l' altra, la quale la seguita nell' istessa linea orizzontale, o inclinata per cui s' intende moversi ciascun filo d' acqua; dunque è evidente, che questa non riceve alcun ritardo del contatto di quella, niente più di quello che le parti susseguenti d' un corpo solido, che sdruccioli lungh' esso un piano, ne ricevano dalle precedenti del medesimo corpo. E certamente anche nelle cadute d' acqua, che si chiamano libere, le sezioni del getto che vanno avanti, toccano quelle che le seguitano, e pure si accorda, cho non ne rallentino il moto.

Si è detto *fingendo tolti tutti gl' impedimenti*, imperocchè se supporremo che alla sezione anteriore si affacci qualche ostacolo che scemi la velocità a tutto, o ad alcune delle parti di essa, non v' ha dubbio, che la sezione posteriore non venga anch' essa in tutto, o in parte trattenuta, onde allora la discesa (parlando de' fiumi inclinati) non può produrre in questa tutta quella velocità cho vi avrebbe prodotta, ne ciò dall' autore si niega, anzi si accorda in più luoghi di questo trattato; ma allora un tale effetto si palesa coll' alzarsi che fa l' acqua, non pure in quella sezione a cui è immediatamente applicato l' ostacolo, ma eziandio in tutte le altre superiori che più o meno ponno risentirne l' effetto; onde la superficie per quel tempo, o in quello stato non è permanente. Ma siccome la resistenza del detto ostacolo non è infinita, così necessariamente dee esservi un

velocità; (1) ma questa ben presto si riduce all' equabilità per le grandi resistenze che incontra l'acqua al suo moto, come sono la poca declività degli alvei medesimi; le grandi inegualità de' fondi, bene

---

termine d'alzamento non meno dolla detta sezione, che di tutte le altre che risentono l'ostacolo, nel qual termine equilibrandosi la forza della discesa che accelera l'acqua con quella della resistenza che la ritarda, ne risulti in ciascuna sezione una velocità sufficiente a smaltire sotto l'altezza acquistata tutta l'acqua del fiume (alla qual velocità può anco per avventura concorrere talvolta lo stesso alzamento seguito) e ridotto il fiume a tale stato, cioè fattasi permanente la superficie, torna ad aver luogo il discorso sinora fatto, cioè che la sezione anteriore non può fare alcuna remora alla posteriore, ma solo può sostenerla in quello stato di velocità, in cui si trova, e che ha potuto imprimerle quella tal forza che la move modificata dalla resistenza dell' ostacolo; e il volere che di nuovo la velocità delle parti susseguenti restasse diminuita dal contatto dello antecedenti sarebbe un supporre, che una forza seguitasse a prevalere all' altra anche dopo il loro equilibrio.

(1) Non ostante che di sopra si sia avvertito non potersi mai l'acqua de' fiumi in virtù delle resistenze uniformi ridurre ad un moto perfettamente equabile, non lascia d'esser vera la dottrina dell' autore, sì, perchè oltre le dette resistenze (che consistono ne' soffregamenti colle asprezze delle sponde, e del fondo) ve ne hanno altre quasi perpetue, come le tortuosità, i gorghi, e i ridossi, le larghezze diverse, e altre simili che concorrono or l'una, or l'altra non pure ad impedire l'aumento della velocità, ma ad indurre positivo ritardamento (so non quanto questo poi si ripara in parte dall' aumento dell' altezza, come appresso vedremo) sì anche, perchè non s'intende qui di parlare di una equabilità rigorosa, e matematica, ma basta una equabilità fisica, cioè che l'acceleramento nella discesa si renda insensibile, o quasi insensibile.

Ora che ciò veramente succeda ne' fiumi assai manifesto indizio ne fa l'esperienza, mostrando che nelle sezioni egualmente larghe, comecchè in siti assai lontani fra loro, trovasi a un dipresso la medesima altezza viva d'acqua, onde ne' tratti più regolari, ancorchè assai lunghi, la superficie si osserva paralella, o quasi paralella al fondo, benchè inclinato all' orizzonte, anzi ancorchè alle sezioni più anguste ne vadano alternatamente succedendo delle altre alquanto più larghe per brevi tratti; pure si mantiene il detto paralellismo, dovendosi allora intendere, che le larghezze di queste ultime non siano vive. Quindi è, che a ciascun fiume siamo soliti di assegnare una tale determinata misura d'altezza viva d'acqua, dicendosi che il tale nelle piene ne porta, v. g. 10 piedi, il tal' altro 20 ec. la qual misura è dedotta dall' osservazione de' tratti predetti (lungi tuttavia dagli sbocchi, ove le altezze ponno esser morte) e mostra un equabilità sensibile di velocità media, che deo andare necessariamente congiunta coll' egualità delle sezioni.

Che poi l'autore enumeri in questo luogo fra le cagioni di positiva resistenza che incontrano i fiumi, la poca declività del loro alveo, si dee intendere in queste supposto, che il fiume dopo aver corso per un piano più inclinato, si riduca a correre per un altro meno inclinato; imperocchè se nello scorrer quel piano, ancorchè più ripido hanno potuto gl' impedimenti incontrati togliere l'accelerazione, e ridurre il moto all' equabilità, converrà che nel secondo, in cui pure s'incontrano simili ostacoli al corso dell' acqua, e la declività non dà tanto aiuto per

spesso pieni di sassi, o ghiare; gli ostacoli lateralmente esistenti nelle ripe; le tortuosità de' fiumi ec. impedimenti tutti che pongono un ostacolo considerabilissimo al corso dell'acqua, atto a distruggere, presso che del tutto, ogni velocità antecedentemente acquistata.

REGOLA II.

Ridotto che sia il corso dell'acqua all'equabilità, le dee però restare impressa quella velocità che ha acquistata antecedentemente nello scorrere per lo suo piano, e questa è regolarmente maggiore, quanto maggiore è la declività del suo letto. Poichè avendo maggior forza di superare gl'impedimenti, l'acqua che scorre per un alveo più inclinato, che non ha quella la quale corre per un meno inclinato, viene ad avere maggior proporzione la forza al suo resistente nel primo caso, che nel secondo; e dovendo per ridursi all'equabilità, essere eguale l'aumento della velocità, che succederebbe all'impedimento del resistente; ne nasce in conseguenza, che più tardi si faccia tale uguaglianza, o che maggiori si aggiungano i gradi della velocità all'acqua, quanto maggiore è la declività. E questa è la ragione, per la quale i torrenti che scendono dalle montagne con precipitose cadute, superano facilmente gli ostacoli ordinarj che loro si oppongono per freno del corso.

REGOLA III.

Dalla medesima ragione facilmente si può dedurre, *che* (1) *la velocità di un fiume allora sarà maggiore, quando più grande sarà il corpo d'acqua, che porterà*; posciachè (supposto il medesimo pendio,

superarli, si scemi anche quella velocità equabile, che è restata nel primo, facendosi di nuovo bensì equabile il moto, ma con grado minore di velocità, onde si può conchiudere, che per ciascuna inclinazione vi ha un grado di velocità terminale, a cui ben tosto riducesi il fiume, purchè si tratti sempre della stessa quantità d'acqua, come pure notò il Mariotte nel fine della parte 3.ª del trattato del moto delle acque; e però è manifesto, che la tenuità della pendenza, serve di positivo impedimento all'accelerazione; e ciò dee esser vero, mettendo anco da parte quella diminuzione di velocità, che in altra annotazione abbiamo detto dover seguire nel punto del passaggio, da un piano all'altro.

(1) Quì parla d'un medesimo fiume che porti ora maggiore, ora minor quantità d'acqua, e dice che avrà maggior velocità nel primo, che nel secondo stato, adducendone la ragione, perchè nel primo avrà maggior forza di superare gli impedimenti, che nel secondo; la qual ragione, come è manifesto, non è fondata sulla maggiore altezza delle sue sezioni nel primo, che nel secondo caso, ma sulla maggior copia, o come egli la chiama sul maggior corpo d'acqua, onde si applica a tutti i fiumi (considerando in ciascuno di essi sempre l'istessa sezione)

e le medesime resistenze) avrà più forza di superar queste, la copia più grande dell'acqua, come più grave, che la minore: e perciò i fiumi nelle loro piene, corrono con maggiore velocità, che ne' tempi, ne' quali sono più magri di acqua; il che è vero ancora per un'altra ragione, cioè perchè l'acqua più alta, e per conseguenza maggiormente lontana dal fondo, più si scosta dalle resistenze di esso. Bisogna però avvertire di non lasciarsi ingannare dall'apparenza, che ordinariamente lusinga gli uomini a giudicare della portata dell'acqua di un fiume, dalla grandezza della sezione di esso, senza considerazione della velocità; poichè può darsi il caso che l'altezza maggiore dell'acqua dipenda dal ritardamento della velocità, non dall'accrescimento di acqua nel fiume; e che in vece che dall'altezza maggiore si possa arguire maggior velocità, piuttosto si riscontri minore; ma ciò non succederà ne' nostri supposti.

REGOLA IV.

(1) *Ne' fiumi, ne' quali la maggiore altezza viva dell'acqua aiuta le parti impedite di essa, a non cedere tanto alla forza degli ostacoli; quanto minore sarà la larghezza dell'alveo, tanto maggiore sarà la velocità*. La ragione è manifesta; perchè negli alvei più ristretti, il medesimo corpo d'acqua corrente, più si eleva di superficie; ma per lo supposto, maggiore altezza d'acqua, maggiormente aiuta a superare gl'impedimenti, e quanto più facilmente si superano gl'impedimenti, tanto maggiore riesce la velocità; adunque negli alvei più ristretti ec. maggiore si farà la velocità; e per conseguenza più tardi si arriverà al moto equabile, e più gradi di velocità si avranno in esso. Vero è che le sponde più ristrette, accostandosi più a tutte le parti dell'acqua, fanno che gl'impedimenti laterali altresì più operino. Ma ciò non ostante, se non s'arrivi all'eccesso, più potrà sempre l'accrescimento della velocità acquistata per l'altezza, che il ritardamento fatto dalle sponde.

---

senza distinguer fra quelli, la velocità de' quali dipende unicamente dalla discesa, e quelli ne' quali secondo le sue ipotesi vi ha parte l'altezza corrente. Però malamente ragionerebbe chi trasportando questa dottrina da un fiume ad un altro, o da una sezione ad un'altra, e argomentando la copia dell'acqua dall'altezza sotto cui corre (posta un eguale larghezza) giudicasse universalmente ivi esser maggiore la velocità dove l'altezza è maggiore, mentre al contrario la maggior altezza può talvolta indicare minor velocità, come egli avverte nel fine di questo paragrafo, e come si dedurrà dalle cose che sieguono.

(1) Cioè a dire in que' fiumi, o in que' tratti di fiume, ne' quali l'altezza stessa delle sezioni ripara la velocità della discesa scemata dagli impedimenti, come egli suppone che succeda, e come si dirà nell'annotazione seguente.

REGOLA V.

Ma que' fiumi, ne' quali l' altezza del corpo d' acqua non accresce la velocità, e che vanno tuttavia accelerandosi; quanto maggiore avranno la larghezza, tanto più veloci saranno. La ragione si è, perchè, in maggiore larghezza, più abbassandosi la superficie dell' acqua, viene ogni parte di essa ad aver fatta maggiore discesa; e perciò ad aver acquistati più gradi di celerità. Dee però avvertirsi che l' abbassamento dell' acqua non sia tanto grande, che avvicinandosi di soverchio al fondo, non risenta maggiormente gl' impedimenti del medesimo; altrimenti succederà tutto il contrario; e perciò la proposizione si dee intendere in termini abili.

REGOLA VI.

Se la velocità d' un fiume, dopo una conveniente discesa sia resa equabile, e dopo ritrovi tali impedimenti, che bastino a distruggere una parte di essa; in tal caso bisognerà ch' ella si diminuisca, e ne sieguono nel fiume quegli effetti di alzamento, che devono succedere al rallentarsi del moto; ma cessati, o oltrepassati gl' impedimenti, tornerà l' acqua a riassumere i perduti gradi di velocità, sino a riacquistare quello che è dovuto al pendio del letto, al corpo di acqua, ed alla qualità degl' impedimenti, che sono continui per tutto l' alveo. Quindi è, che trovando per l' ordinario *l' acqua corrente* nel suo flusso novi ostacoli, e non essendo questi per lo più continuati, *non si trova quasi mai in essa una perfetta equabilità di moto, se non quando questa deriva solamente dagli sfregamenti col fondo, e con le ripe* che sono resistenze necessarie, e continuate per tutto il tratto dell' alveo. Da ciò anche deriva, che *i fiumi che corrono in ghiara, non ostante che abbiano l' alveo inclinato considerabilmente, sono sempre in un continuo acceleramento, e ritardamento;* ed al contrario, *quelli che corrono in sabbia, godono una maggiore uniformità di moto*.

Tra gl' impedimenti che si frappongono al corso dell' acqua, uno de' più considerabili è la perdita, o la diminuzione della pendenza, alla quale succede il ritardamento della velocità dell' acqua, la quale quando prima sia stata equabile, non potrà mai riacquistarsi, se non torni in essere il primiero pendio, o non si diminuiscano a proporzione le resistenze. Che *se il corso dell' acqua non sia intieramente ridotto all' equabilità; lo scemarsi del declivio farà* almeno *che la velocità più presto s' eguagli*, e potrà anche far sì, che il grado di velocità acquistato si scemi, secondo la differenza che sarà fra il pendio antecedente, e il susseguente.

Se le acque fossero corpi solidi, non dovrebbe cercarsi la velocità

del loro moto, che nell' accennata inclinazione dell' alveo; ma per l' altra parte, la declività, che ordinariamente si trova nel letto de' fiumi; anzi quella che si riscontra ne' torrenti più rapidi, non sarebbe bastante, per ragione dell' inegualità de' fondi, a permettere, che le acque potessero discendere al basso, come non lo permette a' corpi solidi di maggior peso, e specifico, ed assoluto; ed in fatti, gelata che sia l' acqua de' fiumi, cessano essi dal correre. Noi abbiamo perciò detto di sopra, che acciò le acque possano scorrere per li loro alvei, si richiede l' aiuto della fluidità, per causa della quale può impedirsi, o ritardarsi una parte di esse, senza che questo ritardamento tiri seco egualmente quello di tutte le altre. La fluidità perciò opera molto in permettere che la gravità cagioni velocità nell' acqua corrente, perchè essendo certo, per la stessa ragione della fluidità, che (1) trovandosi l' acqua in qualche altezza di corpo,

---

(1) Quì stabilisce l' autore un' altra cagione di velocità nelle acque correnti per gli alvei inclinati, oltre quella della discesa dall' origine del fiume, e vuole che quando dopo ridotto il moto all' equabilità s' incontrino nuovi impedimenti atti a rallentarne il corso, l' istesso alzarsi che dee far l' acqua per passar tutta per la sezione, in cui siegue tale rallentamento, possa ristorare in parte la velocità, o piuttosto far sì che questa di tanto non si scemi, e ciò in virtù della pressione che le parti superiori della sezione rialzata comunicano alle inferiori, comecchè egli volontieri si astenga da questo vocabolo di pressione per la ragione addotta nel capo primo §. *Per far vedere* (dove vedi l' annotazione) e spieghi anche questo effetto come uno sforzo di caduta, o discesa, il che tuttavia non varia la sostanza della sua dottrina.

Alcuni non si mostrano interamente persuasi di questo aumento, o ristoramento di velocità dipendente dall' altezza, che la sezione acquista per gli ostacoli incontrati, e ciò per la ragione accennata da noi nella nota 8 di questo capo, cioè per lo scrupolo se l' acqua superiore, quando attualmente corre, possa produrre qualche aumento di celerità nell' inferiore. Ma un tal dubbio parmi che debba cessare, per ciò che avverte il p. abate Grandi nello scolio della prop. 1.ª del capo 6.° del suo trattato del movimento delle acque, nel qual luogo mostra non doversi aver riguardo alcuno al movimento dell' acqua in ordine al premere che essa fa il fondo, purchè questo sia piano ancorchè inclinato all' orizzonte, essendo allora affatto nulla la forza centrifuga, la quale per altro concorrerebbe ad accrescere la pressione, se il fondo fosse concavo, o a diminuirla se fosse convesso; onde potendosi gli strati inferiori dell' acqua riguardare come tanti fondi sensibilmente piani rispetto all' acqua superiore che scorre sopra di essi, ne siegue che debbano risentire la medesima pressione dall' acqua corrente che soffrirebbero, se fosse stagnante in altezza eguale. Egli è ben vero, che attesa l' inclinazione dell' alveo, la pressione dee scemare nella ragione in cui il sino della declinazione di esso dal perpendicolo scema dal sino totale, ma tal differenza per lo più non è d' alcun momento, attese le pendenze quasi insensibili, che hanno gli alvei de' fiumi naturali.

Comunque sia, parmi che l' esperienza bastantemente ne faccia sicuri, che l' alzarsi dell' acqua nella sezione d' un fiume concorra il più delle volte ad accrescere la velocità alle parti inferiori; perciocchè se così non fosse, dovrebbero

le parti superiori premono le inferiori, e colla forza della caduta, le obbligano a ricevere uno sforzo di muoversi verso qualsivoglia differenza di luogo, che ridotto all' atto, produce nelle parti che ne

---

spesse-volte seguiro alzamenti molto maggiori di quelli che in fatti si osservano. Non è difficilo farno prova col restrignore di vantaggio una sezione di qualche canale, la qualo già sia delle più anguste di esso, ondo non si possa sospettaro, cho tutta la larghezza non sia viva, o colla condiziono che il canalo abbia fondo, o sponde resistenti, affinchè non si alterino nell' atto dell' esperimento. So per tal modo si ridurrà la larghezza v. g. alla sua metà, non si vedrà però l'acqua cho dovrà passare per quella metà farsi alta del doppio di quel cho era avanti l' apposiziono doll' impedimento, ma por lo più si eloverà d' assai poco, e tanto mono quanto più lonto sarà il moto dol canale, a l' istessa altezza si vedrà continuare nello sezioni susseguonti dalla parto di sotto, se ivi ancora o naturalmento, o artificialmento l' alveo sarà ridotto a simil larghezza; o puro se all' alzarsi dell' acqua non crescesse la velocità, dovrebbe l' altezza della seziono ristretta osser doppia della primiera altezza per compensaro la larghozza primiera, che ora doppia della residua. Qualche cosa di similo si osserva nel ridursi l' acqua d' un fiume fra le angustie do' piloni d' un ponta sotto cui debba passare, no' quali casi non si troverà che nello sezioni ristrette del ponto l' acqua arrivi a talo elevazione, cho compensi di gran lunga la diminuzione della larghezza.

Tralascio altri riscontri di tal verità, che potrei dedurre dall' osservazione di più fiumi che si uniscano insieme, e da altre simili, parendomi cho basti l' esperienza addotta, in cui non so vedere cho per la spiegaziono si possa ricorrere ad altro, che alla volocità accrescinta nelle parti inferiori per la pressiono delle superiori, nollo quali la velocità dee all' incontro essere scomata piuttosto, cho accresciuta per essersi coll' alzamento sminuita la loro discesa. Voggasene ciò non ostante un' altra riprova nell' annotazione prima del capo 10.

Posta dunquo una tal dottrina almeno per ipotesi ci resta da avvertire, che sebbene lo parti superiori di una sezione, ancorchè corrento, hanno forza di imprimere nello inferiori quel grado di volocità, che convieno alla loro altezza, e pressione, nel modo cho si è detto, nulladimono non sempre sono in istato di produrre in tutto, o in parto tal' effetto, mentro ovo le parti inferiori già si trovino offette d' una velocità maggiore, o eguale a quella che potrebbo produrre in esse la detta pressiono, questa non oporerà di sorta alcuna, como l' autoro ha notato nel §. *Nel moto* di questo capo 4.° Ove poi la volocità dello inferiori fosso minore, allora si accrescerà bensì la loro velocità, ma non già fino a quel grado che l' altezza, o pressione suddotta produrrobbe, so non vi fossoro gli impedimenti, ciò non permottendo la resistenza di questi; ma solo fino a segno, che tra l' ampiozza delle sezioni accresciuto per l' alzamonto tra la volocità delle parti inferiori parimento aumentata, e tra quella dello superiori scomata in parto nell' istesso atto dell' alzarsi, vonga a poter passaro tutta l' acqua del fiume, o allora non seguirà più nè alzamento, nè cangiamento alcuno nello volocità. Ciò si è dovuto avvertire, affinchè le parole doll' autore in questo luogo, cioè cho per l' alzamento dell' acqua si produca nolle parti inferiori di essa *quel preciso grado di velocità*, cho può prodursi da quella pressione (o como egli si spiega da quella *discesa* dalla suporficie corrente dolla sezione) non s' interpretino come se egli intendesse, eho genoralmente in tutte lo sezioni eguale altezza producesso, egualo velocità, benchè le sezioni fossero inogualmente impedite, il che è assai lontano dal suo intendimento, come si vedrà nel capo 7, e nell' 8 di questo trattato.

sono dotate, quel preciso grado di velocità, che loro avrebbe dato la discesa dalla superficie dell' acqua, sino al luogo nel quale ciascheduna di esse si trova; bisogna confessare, che *la velocità dell' acqua non solo dipende dalla discesa fatta per un alveo declive, ma ancora dal peso, o pressione esercitata dalle parti superiori, sopra le inferiori*, secondo la regola assegnata di sopra.

REGOLA VII.

Quindi è che *ne' fiumi presso le loro origini, dove regolarmente hanno cadute considerabili, la velocità dell' acqua si desume più dall' accelerazione, che dall' altezza del corpo dell' acqua medesima*, ma nello scostarsi che fanno dal loro principio (resa insensibile, e talvolta levata affatto la declività dell' alveo) ne siegue, che contrastando sempre gl' impedimenti alla velocità del fiume, finalmente si distrugga ogni grado di velocità acquistata per la cadnta; ma non perciò si tolga il corso al fiume, sottentrando l' altezza dell' acqua a produrre quella velocità, che è necessaria allo scarico dell' acqua somministrata dalla parte superiore dell' alveo; (1) e perciò *i fiumi di poca declività sono più veloci di corso quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua che portano*.

(1) Per altezza viva d' acqua si dee intendere qui, ed altrove quella parte dell' altezza, che nella data sezione resta superiore al fondo regolare del fiume; ed eziandio superiore al livello del recipiente di esso per modo che cessando per avventura il corso del fiume niente d' acqua rimanga in quella parte della sezione. Ciò posto vuole la presente regola, che ne' fiumi poco declivi quanto maggiore è l' altezza viva dell' acqua, che il fiume porta, tanto egli sia più veloce di corso, il che se si parla d' un medesimo fiume, e di una medesima sezione di esso, non può avere difficultà alcuna, mentre supponendosi in simili fiumi la velocità dipendere o del tutto, o per la massima parte dall' altezza, e restare solamente raffrenata più o meno dagli impedimenti, ne siegue che ove l' altezza è maggiore, e gli impedimenti non sono punto maggiori (come accade in una medesima sezione d' uno stesso fiume) debba eziandio trovarsi velocità maggiore. Ma se si paragonano insieme diversi fiumi, ciascuno de' quali sia di poca declività, avvegnachè amendue di egual larghezza, tal regola non è rigorosamente vera senza qualche imitazione, cioè per verificarla convien supporre gli impedimenti nell' uno, e nell' altro di egual forza, e particolarmente che sia eguale quell' impedimento che nasce dalla tenuità della pendenza, che vuol dire che le pendenze sieno eguali. E la ragione è, perchè posta in due fiumi di tal natura eguale altezzo d' acqua, non sarebbe tuttavia rigorosamente eguale la loro velocità se gli impedimenti predetti non fossero eguali, anzi per le cose dette nell' annotazione precedente maggior velocità si produrrebbe dalla medesima altezza d' acqua nel fiume meno impedito, che nell' altro più impedito; onde potrebbe ancora in quest' ultimo crescere alcun poco l' altezza, senza che la velocità oltrepassasse, nè pure ugguagliasse la velocità dell' altro. L' istesso discorso si può applicare ad un medesimo fiume considerato in diverse sue sezioni.

Dipendendo dunque il corso de' fiumi, e dalla caduta, e dall' altezza del corpo di acqua, e non riconoscendo mai una parte di acqua, la sua velocità che da un solo principio; *può darsi il caso, che* trattandosi di tutta quella quantità di acqua che passa nel medesimo tempo per una data sezione di fiume, *una parte*, per esempio, l' inferiore *abbia la velocità regolata dall' altezza viva dell' acqua; e l' altra parte*, v. g. la superiore, *dalla discesa, trovandosene anche qualch' altra, nella quale si pareggino le efficienze delle due cause*, dimanierachè tutte le parti d' acqua inferiori ad essa, siano veloci per l' altezza dell' acqua, e tutte le superiori per la caduta.

Sia per esempio, il lago, o fonte ABE (*fig.* 14.) dal quale esca l' acqua, che debba scorrere per lo canale connesso, ed inclinato BK, e l' acqua nella prima sezione abbia l' altezza BA, e sia la linea ES l' orizzontale per la superficie dell' acqua del lago. Certa cosa è, che essendo l' acqua in B nel primo punto della pendenza BK, non può avere altra velocità, che la dovuta, all' altezza che ha la superficie del lago sopra il fondo B dell' emissario; e perciò il punto B avrà la velocità, ch' è dovuta all' altezza BR, o alla discesa EB, e la superficie dell' acqua nella prima sezione in A, avrà quella velocità, che è propria della discesa EA, o dell' altezza SA. Continuandosi poscia il moto per lo canale BK, ed accelerandosi continuamente tutte le parti dell' acqua; (1) si disporrà la superficie di questa in una linea curva ALI, che anderà sempre accostandosi al fondo BK a misura dell' accrescimento, che avviene alla velocità. Tirata perciò per lo punto E, la EO perpendicolare all' orizzonte; circa di essa, come asse, si descriva la linea curva EBDFP, che astraendo da tutti gl' impedimenti, dovrebbe essere parabolica. E supposto che l' acqua del fondo, giunta che sia in G, incontri tali impedimenti, che possano ridurla all' equabilità, si tiri per lo punto G la linea GDM orizzontale la cui parte MD mostrerà la velocità del punto G; e supponendo pure che le resistenze da G in K, continuino senza accrescersi, o sminuirsi; sarà la velocità da G, in K sempre la medesima; e perciò, per lo punto D tirata la linea DT, paralella alla MO, tutte le velocità del fondo anderanno a terminare nell' ambito della figura EBDT,

---

(1) La figura della superficie ALI fu già determinata dall' autore nella prop. 7. del libro 5. della misura delle acque correnti, supposto che il fondo BK sia piano, e il canale di larghezza uniforme per un' iperbola del quarto grado. Ha poi il p. abate Grandi nel capitolo 3.° del libro 2.° del trattato del movimento delle acque dimostrato qual debba essere l' istessa figura della superficie in diverse altre supposizioni della larghezza, e della figura del fondo, anzi nella prop. 20 del medesimo capo ha assegnata una regola generale per ritrovarla qualunque sia la linea del fondo.

composta della curva ED, e della retta DT. Ma perchè nella medesima sezione, la superficie L non è tanto veloce, quanto il fondo G, per avere minore la discesa, la cui differenza è CM; continuerà il punto L ad accelerarsi, v. g. sino al punto V, l' orizzontale del quale coincida con quella del punto G: ed allora l' acqua nella perpendicolare della sezione VX, sarà di eguale velocità, tanto nella superficie, che nel fondo del canale XK.

Questo caso però, se non è impossibile, almeno è molto raro, perchè regolarmente l' acqua è più impedita nel fondo, che nella superficie; e perciò, fattasi eguale la velocità di V a quella di G, non cesserà la velocità di V d' aumentarsi di vantaggio. Suppoaiamo dunque, che l'accrescimento della velocità si renda sempre maggiore sino in I, e quivi si faccia l' equabilità. Condotta dunque per lo punto I l' orizzontale IN, sarà FN la velocità di I; e perche questa più non può accrescersi, condotta per F la linea FH, paralella ad NO, tutte le velocità della superficie dell' acqua da A in I ec. anderanno a terminare alla circonferenza EBFH, composta della retta FH, e della curva EBF, e le velocità di tutte le altre parti fra la superficie, ed il fondo avranno la sua equabilità ne' punti fra D, ed F, da ciascheduno de' quali, se si tireranno delle paralelle all' asse EO, saranno queste racchiuse fra le due DT, FH. Dal che si raccoglie, che in tal supposto la maggiore velocità del canale, o fiume nella parte inferiore al punto V, è nella superficie dell'acqua; minore nel fondo, e nelle parti di mezzo, tanto è maggiore, quanto più l'acqua sta lontana dal fondo, che è quello ch' io notai nello scolio della prop. IV. *del secondo libro della misura delle acque correnti*.

Ciò esposto, se dopo ridotte tutte le parti dell' acqua all'equabilità, s' incontrassero nuovi impedimenti, che levassero gran parte della velocità acquistata; certa cosa è che a proporzione della velocità levata, dovrebbe alzarsi il corpo d' acqua; la quale, quando nell' elevarsi, ricevesse dalla sua altezza tanta energia che potesse imprimere nelle parti più basse delle sezioni, velocità maggiore di quella che loro era restata, dopo la porzione levata dagli impedimenti; non v' ha dubbio che elevatasi l' acqua a tanta altezza, che le potesse bastare per iscaricarsi, non crescerebbe ella di vantaggio, ma in tale stato continuerebbe il suo moto, quando si continuassero gl' impedimenti medesimi.

(1) Per esempio, supponiamo che l' acqua nel correre, abbia acquistata nell' atto di ridursi all' equabilità una velocità competente a dieci

(1) A maggior dilucidazione di tutto il sistema dell' autore intorno alle diverse ragioni, e proporzioni delle velocità ne' diversi tratti del fiume, sia (*fig.* 61.) il piano del canale inclinato BK di uniforme larghezza, sopra il quale scorra il

piedi di caduta, o di discesa, e che perciò l'acqua, attesa anche la sua quantità reale, debba scorrere con un' altezza di corpo di quattro piedi nella sua sezione. Questa altezza dunque dovrebbe sempre mantenersi, continuandosi gl' istessi impedimenti, e la stessa larghezza, e pendenza di alveo. Ma incontrandosi maggiori resistenze, supponiamo che queste levino a tutta la sezione del fiume, la metà della velocità antecedente. È certo *per la prop. 3. del primo libro della misura delle acque correnti*, che in tal caso l'altezza dell' acqua dovrebbe crescere il doppio, cioè a piedi 8; ma perchè, se alla discesa di piedi 10 corrisponde una velocità determinata, la metà di essa non compete che una quarta parte della predetta caduta, cioè a piedi due

---

fiume con moto che sensibilmente si vada accelerando per tutto il tratto BG, onde le sezioni di esso AB, GL si vadano di mano in mano rendendo meno alte, e la superficie AL accostando al fondo con disporsi nella linea curva AL, la quale, facendo astrazione dagl' impedimenti, dovrebbe essere, come poc' anzi si è detto, del genere delle iperbole, ma a cagione di questi potrà secondo la loro diversa situazione, e attività essere d' altra natura. Giunto poscia il fiume alla sezione GL, poniamo che la velocità di ciascuna parte dell' acqua tanto nella superficie, quanto nel fondo, e nel mezzo sia ridotta ad una equabilità sensibile (comecchè con diversi gradi di velocità nelle diverse parti) e che per lo tratto susseguente GK tale si mantenga continuando fino in K gli impedimenti sempre uniformi. Dovrà dunque nel detto tratto GK mantenersi eziandio l'altezza GL, KM sempre d' una costante misura, e però la superficie LM si stenderà in una linea retta paralella al fondo GK. Ma posto che nella sezione KM s' incontri un ostacolo atto a scemare, o in ciascuna parte dell' acqua, o in alcuna di esse il detto grado di velocità equabile, certo è che non potendo sotto la primiera altezza MK passare tutta la quantità dell' acqua che porta il fiume, dovrà questa accumularsi, e sollevarsi ad altezza maggiore. Facendo dunque come la velocità media risultante da tutte le velocità residue delle parti dell' acqua dopo incontrato l' impedimento, alla velocità media primiera risultante dalle diverse velocità che esse avevano prima d' incontrarlo, così la primiera altezza KM alla KC, sarebbe KC quell' altezza, fino a cui si dovrebbe alzar la sezione impedita, se nello stesso atto d' alzarsi le parti inferiori non potessero riacquistare dalla pressione delle superiori alcuna parte della perduta velocità, il qual caso seguirebbe quando la velocità loro, benchè scemata dall' impedimento, fosse ancor maggiore di quella che potrebbe produrre la pressione KC. Ma se al contrario la detta velocità residua fosse minore di tal misura, egli è manifesto, che per dar passaggio a tutta l'acqua del fiume non vi sarebbe bisogno di tutta l' altezza KC, ma si dovrebbe dare un termine di alzamento D inferiore al punto C, in cui l' altezza della sezione bastasse per l' appunto a smaltire colla velocità così aumentata tutta quell' acqua, che senza il detto aumento avrebbe richiesta l' altezza KC, e però alzatasi la sezione fino in MD cesserebbe l' alzamento, e la superficie si stabilirebbe in D.

Dove è da notare, che sebbene le parti inferiori dell'acqua verso il fondo K per l' alzamento seguito fino in D si suppongono rendute dalla pressione DK più veloci di quel che sarebbero state dopo la diminuzione fatta alla velocità loro dall' impedimento incontrato, al contrario le parti verso la superficie D debbono.

e mezzo; potrà l' altezza primiera dell' acqua fare qualche sforzo contro le resistenze; ma non bastando, nel elevarsi che farà l' acqua trovando la velocità competente alla caduta di soli piedi due e mezzo, sottentrerà essa a premere le parti inferiori dell' acqua, e ad imprimere loro gradi maggiori, non permettendo che gli ostacoli levino tutta quella velocità, che per altro avrebbero levata. Onde quando si sarà alzata l' acqua tanto che basti a restituire alla sezione intiera tutta quella somma di velocità, che le è dovuta per iscaricarsi, non s' alzerà di più; ma fermerassi nell' alzamento acquistato. E perchè in tale stato necessariamente dee darsi, che in tutte le parti dell' acqua si trovi dimezzata la primiera velocità, ma in alcune più, in altre

---

essersi rendute meno veloci, come quelle cho nen pure non ponno rinfrancarsi di tal perdita in virtù della pressione (la quale presso D è piccolissima, e nello stesse punto D affatte nulla) ma hanne di nuovo perduto nell' alzarsi fino in D qualche parto di quella volocità che avevano acquistata per la disccsa antecedente fino a quella sezione. Si dispensane dunque talmente le velocità nelle divorse parti dell' acqua, cho la velocità media della sezieno stabilita DK riesca bensì maggiore dolla velecità media della sezione KC, che competerebbe alle velecità residne depo l' impedimonto, ma riesca all' incontro minere della velocità media della sezieno KM, per cui la medesima quantità d' acqua sarebbe passata se nen avesse incentrato l' impedimento che l' ebbligò ad alzarsi; ende in simili casi vi è sempre perdita di velecità non ostaute il ristore che ne fa la pressiene.

Nen si può figurare, che l' impedimente predette rallenti selamente la velocità della sezione KM, senza che faccia eziandie qualche remora allo altro sezieni superieri presse KM, no che il polo del fiume sollevato fino in D si sostenga sonza spandersi al di sopra sulla superficie ML, ende è manifesto, che in ossa ancora devrà seguire qualche alzamente, e che tal' effette devrà ostendersi fine a un certe termine ceme NO, più o mene lentane dalla sezieno KM secende la situaziene, e la resistenza diversa dell' impedimente, con questo tnttavia che le sezieni predette siane di mane in mano mene impedite, a misura che sone più lentano dal site KM, disponendosi il pele rialzate come in DN in positura mono inclinata di LM fino a quella sezione NO, che è la più alta di tutte quello, alle quali può propagarsi la resistenza cagienata dal dette impedimente.

Tutto ciò dee esser vero di qualunque natura sia, e in qualunque mede operi l' ostacole che abbiamo figurato apposto alla seziene KM; che se in alcune delle sezioni susseguenti, e inferiori a KD cessasse il dette ostacelo, è manifesto che l' acqua del canale potrebbe di nuovo abbassarsi, e ripigliare cen nueva discesa tutta, o parte della perduta velecità; ma se l' estacolo, o impedimente predetto da KD in giù fosse unifermomente centiuuate, devrebbe continuare il fiume a correre sotto altezza eguale a KD.

Questo caso non meglio si può figurare in pratica, che supponendo consistere l' impedimento in una diminuzione di pendenza doll' alvee che siegua nel punto K, riducendesi queste dalla positura KI all' altra meno declive KF, nel qual supposte scemandosi (per le cose dette in altra annetaziene) la primiera velocità nel passaggie K da un piane all' altro si riduce il canale ad un nuovo grado di celerità terminale, anch' essa equabile, ma minere di prima, quando da K in giù gli impedimenti sieno uniformi, endo lo altezze delle sezioni KD, FQ si

meno della metà, di manierachè gli eccessi, e i difetti da questa, vicendevolmente si compensino; quindi è, che quelle parti che avranno velocità tale, che possa essere accresciuta dall' altezza dell' acqua, nell' accrescersi che fa successivamente, ricupereranno qualche parte della perduta velocità, e quelle che non ostante la perdita fattane, ancora conservassero il rimanente maggiore di quella, che potesse contribuire l' altezza dell' acqua predetta, la riterrebbero nello stato medesimo senza veruna alterazione, se pure i moti sregolati che fa l' acqua nell' alzarsi di corpo, non servissero di nuovo impedimento. Dal che apparisce che l' acqua predetta non si eleverebbe agli otto piedi supposti, se non nel caso che la velocità dell' acqua vicino al fondo, restasse scemata della sua metà; ed altrettanta fosse la velocità, colla quale scorressero gl' altri quattro piedi di altezza aggiunta.

---

rendono di nuovo eguali, e la superficie DQ si stende in una retta paralella al fondo.

Per l' istessa ragione se in un altro punto inferiore F succederà nuova diminuzione di pendenza, passando l' alveo dalla direzione KFR alla meno inclinata FS, dovrà la sezione FQ alzarsi come in FT, alla quale saranno eguali tutte le altre susseguenti come SV; e così in ogni altro cangiamento che seguisse di sotto al punto F; e molto più se l' alveo si riducesse ad essere affatto orizzontale, e con tali diminuzioni di velocità può darsi che si spenga affatto la velocità della discesa, o che tutta quella che ha il fiume si debba riconoscere dall' altezza, come l' autore ha detto nella spiegazione di questa regola 7, onde il moto della superficie dell' acqua si debba unicamente attribuire all' adesione delle parti superiori alle inferiori, che seco le strascinano, come egli spiega poco dopo nella regola 8 al §. *Non è da tacere*, o di nuovo nel cap. 7 §. *Di nuovo*. Questo caso di spegnersi affatto, o quasi affatto la velocità della discesa suppone egli essere il più ordinario ne' fiumi, quando sono ridotti a pendenze piccolissime, e quasi insensibili come vedrassi nel capo 7.

Si è figurato che i cangiamenti di pendenza del fiume si facciano per mezzo d' angoli sensibili ne' punti K, F, ed altri simili, ma l' istesso effetto in ordine all' alzamento delle sezioni, succederebbe se tali mutazioni seguissero a poco a poco, onde il fondo del canale formasse una curva seguita KFS; perocchè sebbene non si darebbe allora quell' improvvisa diminuzione di velocità, che dee seguire passando da un piano all' altro, tuttavia sempre sarebbe vero, che l' acqua, supposti gli impedimenti uniformi minor resistenza troverebbe a scorrere per le parti superiori, e più declivi, che per le inferiori, e meno declivi, onde sempre dovrebbe scemare la velocità della discesa, e coll' alzamento dell' acqua farsi luogo a quella della pressione.

Si è anche supposto, per seguire la dottrina dell' autore, che la velocità prima di restare positivamente diminuita dagli impedimenti nella sezione KM fosse stata fisicamente equabile per lo tratto del canale GK, ma ciò non è assolutamente necessario, potendo darsi che tale sia l' impedimento incontrato in K, che basti non pure ad impedire ulteriore accelerazione, ma a distrugger parte della velocità acquistata, ancorchè questa non fosse per anco renduta equabile, come se il fiume da A in M si fosse perpetuamente accelerato, e poi si rallentasse in K senza passare per l' equabilità in alcun tratto intermedio.

Perchè dunque, come si dirà a suo luogo le inclinazioni degli alvei sempre più si sminuiscono, quanto più si scostano dal loro principio; quindi ne nasce, che trovandosi sovente essere così poca *la declività dell' alveo*, che l' angolo formato dalla linea del fondo con l' orizzontale, non arrivi ad essere sensibile, (come appunto è in un pendio simile a quello del nostro Reno, che nelle parti inferiori non arriva a cinquantadue seconde) perciò tal declività in alcuni casi *poco opera a rendere veloci le acque de' fiumi, fuorchè nelle parti molto vicine alla superficie dell' acqua*, che sono assai dilicate per risentire ogni picciolo sconcerto del loro equilibrio: Onde è, che *le parti più vicine al fondo, non scorrono al basso per cagione del declivio dell' alveo, ma solo per l' altezza dell' acque superiori*, così le mezzane, e le più alte, secondo la diversa declività del fondo dell' alveo.

REGOLA VIII.

Ciò fa conoscere, che *l' acque libere de' fiumi hanno diverse velocità in ognuna delle perpendicolari della stessa sezione*, poichè le parti superficiali ponno avere una velocità apparentemente considerabile; le più basse un poco meno; quelle di mezzo molto più; e le vicine al fondo (prescindendo dalle resistenze) anche più: ma in realtà (mettendo queste a conto) qualche cosa di meno di quelle del mezzo; dal che pare a prima vista, rendersi dubbiosa ogni regola di misurare le acque correnti. Contuttociò, (1) se il metodo assegnato

---

(1) L'ingegnoso metodo di cui fa quì menzione l'autore, consiste nell'addattare ad una sezione naturale del fiume, una sezione artificiale, o regolatore in figura di rettangolo, per cui si faccia passare tutta l' acqua del fiume, e che sia fornito di una cateratta, che si possa calare da alto fino al fior d' acqua, o alquanto più sotto, e con tal mezzo obbligar l' acqua che viene dalla parte di sopra ad alzarsi, appoggiandosi alla cateratta, finchè la superficie di essa divenga permanente, il che fatto si renderà la detta superficie per qualche tratto all' insù equilibrata, e stagnante, onde il fiume si potrà in quel sito riputare come un vaso, in cui entri tant' acqua quanta ne esce per la detta sezione artificiale di sotto alla cateratta (che è la medesima quantità, che passava per tutta la sezione naturale del fiume), la quale farà le veci d' una luce rettangola aperta nella sponda di quel vaso. Misurando dunque dalla superficie dell' acqua ristagnata fino al di sotto della cateratta immersa nell' acqua, si avrà l' altezza dall' acqua del vaso sopra la sommità della detta luce, dalla quale altezza unicamente dipenderà in tal caso la velocità di ciascuna parte dell' acqua che passerà per quella sezione, onde avendosi la misura, e della larghezza della detta luce, e della sua altezza corrente dal fondo della cateratta a quello del regolatore, non è difficile fare il calcolo della quantità dell' acqua, purchè da altre sperienze si sappia quanta ne esca in un dato tempo da un vaso per un dato foro sotto una data altezza, e purchè si abbia riguardo all' inclinazione del fiume, ove questa fosse assai sensibile

da noi *nel libro 4. della misura delle acque*, s' applicherà a' luoghi proporzionati ne' quali l' altezza viva dell' acqua sia la più grande, che avere si possa; e che l' alveo sia di poco pendio; e coll' avvertenza negli altri casi di toglier di mezzo tutta la velocità acquistata per la caduta, che ordinariamente è nelle parti superficiali dell' acqua (il che si fa esquisitamente coll' abbassare le cateratte motivate *in detto libro*; anzi si può farne la prova, con fare il calcolo dell' acqua corrente più volte, tenendo abbassata la cateratta, ora più, ora meno: il che anche maggiormente assicura, che le larghezze de' regolatori siano vive) non sarà affatto impossibile di misurare qualunque acqua corrente. Anzi ne' casi di poca pendenza di alveo, e ne' fiumi che si chiamano rassettati di corso, la velocità della superficie trascurata non può fare molto divario; anzi piuttosto con quest' aggiunta si può assai bene compensare ciò che detrae alla vera misura, l' impedimento delle sponde, e del fondo de' regolatori.

Non è da tacere un' altra cagione che opera nel far crescere, o sminuire la velocità nelle parti dell' acqua, o debbasi essa desumere dalla caduta, o dall' altezza: ed è l' aderenza o viscosità, o collegazione, benchè poca, che hanno insieme le particelle, tutto che minime, dell' acqua. Perchè siccome vediamo che *rallentandosi il moto vicino alle sponde, vengono similmente, benchè sempre meno, impedite anche le parti da esse più lontane*; e che all' incontro, ristringendosi

---

per determinare rigorosamente l' altezza dell' acqua sopra il centro di velocità della luce. Veggasi il detto libro 4.° della misura delle acque correnti nel luogo citato.

Un tal metodo è certamente il più reale che sia stato suggerito a quest' uso, e si potrebbe mettere in pratica almeno in qualche canale di mediocre portata, raccogliendone poscia attualmente tutta l' acqua per un dato tempo, e misurandola per riprova di quello che si fosse concliuso da tale sperienza; intorno alla quale il principal dubbio che si possa movere, consiste in ciò, che già si è accennato in altra annotazione di questo capo, cioè nel paragone della quantità assoluta dell' acqua, che porta il fiume con quella che esce dal foro d' un vaso, potendosi dubitare se quando al vaso fosse applicato un canale (come lo è in tale sperienza alla luce del regolatore) ne uscisse sotto eguale altezza quella stessa quantità assoluta, che uscirebbe dalla medesima luce, ove sboccasse liberamente nell' aria, potendone far diffidare il sostentamento dell' acqua che fanno il fondo, e le sponde del canale, e la modificazione delle velocità che indi potrebbe nascere. Ben pare verisimile, che facendo tale sperienza in due canali diversi la proporzione che si dedurrebbe delle loro portate, non dovesse andar troppo lontana dal giusto, attesa la costante regola che si vede serbar la natura nelle velocità sempre in ragione dimidiata delle altezze, quando nelle prove si adoperano sempre, o semplici fori, o tubi cilindrici, o conici ec. ma il supporre la quantità assoluta dell' acqua la medesima quando alla sezione non è applicato alcun canale, che quando vi è applicato non può passare senza qualche ragionevol sospetto. Veggasi quello che si è avvertito in altra annotazione del presente capo.

il filone alla ripa, la velocità di questo influisce ad accelerare l' acqua vicina, non ostante la resistenza che vi trova, così è fuori d' ogni dubbio, che trovandosi le parti inferiori con moto assai veloce, ne dovranno comunicare qualche parte alle superiori, e che nella medesima maniera gl' impedimenti del fondo ritarderanno non solo l' acqua che vi sta immediatamente vicina, ma anche quella che da esso maggiormente si scosta: e questa è una delle ragioni, per la quale ne' canali orizzontali s' osserva qualche velocità nella parte superiore dell' acqua mentre per altro, non avendo questa veruna pressione, parerebbe che secondo ogni ragione, dovesse restare priva d' ogni moto, o solo averne quel tanto, che può conciliarle in qualche parte la declività della superficie, che è insensibile. E da ciò anche deriva in parte, che nelle piene de' fiumi, le acque si rendono più veloci; poichè accrescendosi per la maggiore altezza dell' acqua, la velocità alle parti inferiori, questa viene ad essere participata ancora alle parti superiori, per ragione dell' aderenza che hanno queste con quelle. Di tale variazione però nella misura dell' acque non si dee tener conto veruno: attesochè, quanto di moto le meno veloci assumono in se, per la comunicazione delle più veloci, altrettanto queste ne perdono; e non per altro le più veloci si ritardano per la vicinanza di altre meno veloci, se non perchè le prime si spogliano di una parte della propria velocità, partecipandola alle seconde; ond' è che per tale ben aggiustata compensazione, non accrescendosi, nè sminuendosi la somma del moto, ne meno si altera la velocità media, dalla quale principalmente dipende la misura dell' acque correnti.

Da tutto il predetto si può raccogliere per modo di epilogo: 1.° che *due sono le cause immediate della velocità nelle acque de' fiumi*, cioè una, la declività dell' alveo, e l' altra, l' altezza viva del corpo dell' acqua, o per dir meglio l' accelerazione del moto acquistata nel discendere dell' acqua per l' inclinazione dell' alveo, e la celerità dovuta alla caduta dall' altezza viva della sezione, sino alla parte di acqua, da essa resa veloce: 2.° Che *dette due cause non operano unite; ma solo per ragione della prevalenza*, dimodochè, se più vale l' accelerazione del pendio, che l' altezza viva dell' acqua; a quella e non a questa deesi la velocità, e per lo contrario: 3.° Che *nella medesima sezione, ma non nella medesima parte dell' acqua può avere luogo l' una e l' altra di dette cause nello stesso tempo*, dimodochè una parte riconosca la sua velocità dall' altezza dell' acqua, l' altra dal pendio dell' alveo: 4.° Che *ne' fiumi di poca declività ha luogo, per la maggior parte, la velocità nata dall' altezza dell' acqua, ed in quelli, che hanno molta caduta, può aver luogo questa più che l' altezza, in rendere l' acqua veloce; ed in qualche caso può operare la sola caduta*: 5.° Che *la velocità della superficie dell' acqua è sempre effetto*

della declività di essa, e ne' canali orizzontali, anche della viscosità, che si trova fra le parti dell' acqua: 6.° Che *nella misura dell' acque correnti si dee fare in modo, che tutta la velocità della sezione dipenda dalla sola altezza*, il che si può ottenere, abbassando delle cateratte sotto la superficie dell' acqua che l' obblighino ad elevarsi e ad accrescere le velocità inferiori, se ve ne sono provenienti dall' accelerazione per lo pendio. Dal che si può dedurre: 7.° Che (1) *i fiumi, i quali non hanno sensibile declività, tanto saranno più veloci, quanto maggiore sarà il corpo d' acqua che porteranno*, supposta in essi eguale la larghezza dell' alveo; o pure *quanto maggiore sarà la loro altezza viva*: 8.° E finalmente, che *i fiumi, i quali portano eguale quantità di acqua, quanto saranno più ristretti, saranno anche tanto più veloci; quanto più larghi, tanto meno veloci*, e perciò nelle sezioni più strette del medesimo fiume, s' osserva maggiore velocità di corso.

CAPITOLO QUINTO

Della situazione del fondo de' fiumi, cioè delle profondità, larghezze, e declività de' medesimi.

Ammettendo per certo ciò che diffusamente abbiamo spiegato nel capitolo antecedente, passeremo ora per così dire ad anatomizzare gli alvei de' finmi, in ordine alle loro profondità, larghezze, e declività; e perchè queste meritano maggior riflessione, s' incomincierà a discorrere di esse.

(2) È concetto, quasi universale degli uomini, che i fiumi richiedano

---

(1) Vedi la limitazione a questa regola da noi accennata di sopra, e quel di più, che direme nel capo 7.

(2) Fa d' uopo nella presente materia distinguere la declività del fondo da quella della superficie, potende l' una esser diversa dall' altra, e mancare per avventura o l' una, e l' altra, o amendue, come di mano in mano si vedrà. Si dee ancera avvertire, che le declività si debbono intendere rispetto ad una linea o superficie concentrica alla terra, e per conseguenza curva (comecchè in piccole distanze sensibilmente retta) e non rispetto a ciò che i geografi chiamano orizzonte fisico, che è un piano, e una retta tangente la detta curvità, per le quali rette si traguarda cogli strumenti da livellare. Gli alvei de' fiumi hanno bisogno di abbassarsi sotto questa visuale (secondo che deduco dalle misure rilevate nell' eccellente opera del sig. Jacopo Cassini della grandezza della terra) oncie 8 e mezzo in circa per miglio in misure bolognesi, ad effetto non già di esser declivi, ma di non essere acclivi, perciocchè tanto appunto si alza la visuale del livello sopra la superficie del mare nel detto spazio, onde quando abbiano tale inclinazione saranno precisamente orrizzontali, e avendone di più, allora solo saranno declivi. Il confondere questi termini può dar luogo a gravissimi abbagli.

della caduta, acciò l'acque possano correre; cioè che sia necessario che il fondo del fiume sia inclinato all'orizzonte, acciò le acque possano portarsi al loro termine. Non s'accordano però tutti gli autori in assegnare la quantità necessaria di questo declivio; poichè Vitruvio *lib.* 7 *cap.* 8 per gli acquidotti ricerca un mezzo piede di caduta, per ogni cento piedi di lunghezza, *ne minus in centenos pedes semipede*, cioè a dire, 25 piedi per miglio. Il Cardano *de variet. lib.* 1 *cap.* 6 per condurre canali d'irrigazioni, si contenta d'un'oncia ogni 600 piedi di lunghezza, che sono oncie otto, e un terzo per miglio; ma per gli acquidotti chiusi, come per gli sifoni, e per li tubi, *omnis*, dice egli, *differentia satisfacit... in canalibus, et rivis non ita*. Leon Battista Alberti, e lo Scamozzi, ne vogliono un piede per miglio; ed il Barattieri *archit. de acq. par.* 1 *lib.* 6 *cap.* 5 determina, col consenso de' migliori architetti, che la caduta necessaria ad un fiume debba essere la mille ottocentesima parte della lunghezza; cioè a dire, piedi due, e tre quarti per miglio.

Io non posso darmi a credere, che alcuno degli autori predetti voglia intendersi, che se un fiume, o acquidotto non abbia un piede, o due, o tre ec. di caduta, non possa per esso avervi corso l'acqua. Ed in fatti il Barattieri, sapendo bene che molti fiumi scorrono al mare, senza che i loro alvei abbiano la caduta da esso ricercata, asserisce essere ella solo necessaria, acciò le acque possano correre *comodamente bene*: forma di parlare assai equivoca, come esprimente un grado di velocità estimativo, il quale, secondo le circostanze, può essere diverso, e necessaria perciò diversa declività per ottenerlo; anzi *nel cap.* 6 cerca egli il modo, con che le acque *possano farsi l'impulso necessario da fare il moto, per correre sopra piani orizzontali, ovvero poco pendenti*.

Basta riflettere al principio d'Archimede, addotto da esso nel libro *de insidentibus aquae*, ed a ciò che da noi è stato dimostrato *nel primo capitolo alla prop.* 4 per mettere in chiaro che le acque per portarsi da un luogo all'altro, non hanno bisogno d'alcuna inclinazione di alveo; e se non altro, basta consultare l'esperienza, la quale giornalmente mostra che le acque stagnanti dispongono la propria superficie in un piano orizzontale, e che aggiugnendosi da una parte acqua nuova, non resta essa sollevata sopra la primiera; ma abbassando se medesima, o spinge l'altra fuori del vaso, o fa alzarla di superficie, sin che di nuovo si faccia l'equilibrio: e ciò qualunque sia la disposizione del fondo. Noi dimostreremo dunque questa proposizione.

PROPOSIZIONE I.

Acciò un fiume corra al suo termine, non è necessario che il di lui fondo abbia alcuna declività.

Sia AB (*fig.* 15) il fondo d'un canale, sopra cui sia l'acqua equilibrata all'orizzontale FC, e comunicante con CD, che s'intenda essere la superficie del mare; e suppongasi che dalla parte AF sia aggiunta l'acqua FG: certa cosa è, ch'ella non potrà restare in FG; ma premendo la sottoposta AH, l'obbligherà a scorrere verso B, qual volta le sia impedito il flusso dalla parte di AF; e perciò l'acqua del canale AB, scorrerà sopra il fondo AB orizzontale, verso il mare CBED. Che se s'intenderà che successivamente dalla parte di AF, venga somministrata nuov'acqua, dovrà conseguentemente continuarsi il corso da A in B, che sarà sempre uniforme, se uniforme sarà l'ingresso dell'acqua nel canale, e resti nello stato medesimo la superficie del mare CD. Non è dunque necessaria alcuna declività nel fondo d'un fiume, o canale, acciò l'acqua vi scorra; ma (1) basta che la superficie della posteriore sia più alta di quella dell'anteriore, abbenchè la differenza sia insensibile. Il che ec.

COROLLARIO I.

Di qui è manifesto, che potendo l'acqua FG aggiunta, essere così poca che non abbia sensibile proporzione a quella del canale AB, *può darsi il caso, che il corso dell'acqua del detto canale* AB, *rendasi impercettibile, e che la superficie dell'acqua corrente* FC, *resti come orizzontale*, e stagnante: ma *se l'acqua* FG *sarà in maggior copia, sarà anche più sensibile il corso, e più manifesta l'inclinazione della superficie.*

---

(1) Questa condizione non si dee prender per regola universale in tutti i casi di fondo orizzontale, potendosi dare molti casi che essi abbiano anco la superficie orizzontale, come l'autore avverte poco dopo nel §. *Ciò è vero*, ma si vuol ristrignere a' supposti di questa proposizione, cioè che sopra il fondo AB (*f.* 15.) intestato dalla parte di A venga versata dell'acqua, la quale entro lo stesso canale si accumuli a qualche altezza GH; anzi per quanto a me sembra neppure necessaria in tal caso l'altra condizione, che entro il canale rigurgiti l'acqua del mare, parendomi che la dimostrazione che egli adduce, abbia luogo ancorchè il fondo del canale fosse superiore alla superficie del mare, o d'altro recipiente. Non così sarebbe ove l'acqua si facesse passare per qualche sezione del canal orizzontale sotto una altezza limitata e permanente, come tra poco vedremo. Alla medesima restrizione si vuol intendere ciò che si aggiugne appresso nel corollario 2, cioè che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee passare per lo alveo orizzontale, tanto maggiore sia la declività della superficie.

COROLLARIO II.

Quindi è evidente, *non potersi determinare veruna declività, necessaria alla superficie dell' acqua, acciò essa possa correre*, come pretende il Barattieri *nell' allegato cap.* 6 ma solo in genere può dirsi, che *quanto maggiore è il corpo d' acqua che dee passare per l' istesso canale orizzontale, tanto maggiore necessariamente sarà la declività della superficie*; prescindendo però sempre dall' impeto impresso, in vigore del quale può l' acqua scorrere colla sua superficie non solo orizzontale, ma ancora acclive, come s' osserva in molti casi.

Ciò è vero ogni volta, che il fondo AB (*fig.* 16.) s' intenda più basso del livello dell' acqua CD, ed in maniera che l' altezza di essa CB, sia d' impedimento al corso del canale orizzontale AB: (1) ma

---

(1) Il divario tra' canali orizzontali di fondo più basso, e quelli di fondo più alto, o eguale alla superficie del recipiente, cioè che i primi abbiano la superficie inclinata, o gli altri paralella al fondo, non sembra che universalmente sia vero, come già in parte si è mostrato nella nota precedente; e a maggior dilucidazione di tutta questa materia de' fiumi orizzontali, intorno alla quale molti sono restati con qualche dubbietà, giova che di nuovo sopra ciò alquanto ci tratteniamo, stando sempre sulle ipotesi dall' autore stabilite nel precedente capo.

Intendasi il lago inesausto CBAD (*fig.* 62.) cioè a dire, tale che la sua superficie CB sempre si mantenga allo stesso orizzonte, o sia per la sua smisurata ampiezza in proporzione dell' emissario BA, che le si suppone addattato, o sia perchè ad ogni momento tanto venga rialzata con nuova acqua, quanto si abbasserebbe per quella che ne viene estratta. Sotto la superficie CB sia applicato al lago il fondo orizzontale AG di un canale d' uniforme larghezza, e di sponde rette, alte al pari della detta superficie, il quale abbia l' esito in G libero da ogni ristagno d' altr' acqua, o stendasi quella del lago entro del canale sino alla sezione dello sbocco GO, trattenuta ivi in equilibrio da una cateratta apposta alla detta sezione, la quale venga poi alzata ad un tratto fino sopra la superficie CBO. Comincierà dunque ad un tempo stesso ciascuna parte dell' acqua, che si affaccia alla seziono GO di sotto al punto O ad uscir fuori secondo una direzion paralella al piano delle sponde, alla quale viene determinata dalle sponde medesime XY, che si vogliono supporre perfettamente spianate, e continuate qualc tratto oltre lo sbocco GO nella medesima altezza, o nel medesimo piano; e detta direzione di ciascuna parte dell' acqua che esce, non potrà per quel pri istante essere che orizzontale, impedendo l' acqua che rade il fondo, che qu che immediatamente le è sopra, non discenda nel luogo di essa, e questa al ostando alla discesa dell' altra più alta, e così di mano in mano tutte le altre de prenderanno tutte quel grado di velocità orizzontale, che è dovuto alla sione di ciascuna. Ma perchè alla parte G che scorre sul fondo, mancherà to l' appoggio di questo, e con ciò mancherà all' altre superiori il sostegno inferiori che le reggevano, comincieranno altresì tutte a discendere col mo della propria gravità, onde fuori del canale cangerà ciascuna la sua direzi tutta l' acqua formerà una cascata, la quale (posto che al canale AG continuato un altro perpendicolare GV dell' istessa larghezza) dovrebbe in un piano OT tirato per lo punto della superficie O, essendo GI due

se il fondo AB fosse nella stessa linea orizzontale con BD, o più alto, allora avrebbe luogo ciò che da noi è stato dimostrato *al corollario 1.° della prop. 1.ª del libro 5.° della misura delle acque correnti*; cioè, che la superficie dell'acqua, la quale scorre per li canali orizzontali, dee essere sempre paralella al fondo di essi; e ciò pure si dee intendere, o prescindendo dalle resistenze del fondo, e delle sponde; o pure supponendole, da per tutto eguali; altrimenti, perchè vicino all'uscita si sminuiscono le predette resistenze, ivi l'acqua

---

GO, come l'autore ha mestrate nel corollario 1.°, e 2.° della proposizione 5.ª del libre 5.° delle acque cerrenti. Ma frattanto è forza che le parti dell'acqua contenute entro il canale BG, al primo uscire che hanno fatte quelle che si affacciano alla sezione GO, si siano avanzate anch'esse verso la detta sezione, ciascuna con quella velocità a direzione, con cui è uscita quella parte che si presentò alla sezione GO nel medesimo filo orizzontale d'acqua, non potendosi pensare nè che alcuna parte si meva obbliquamente, attesa l'uniforme larghezza del canale, nè che le anterieri si discontinuine dalle susseguenti, nè che le superiori scendane nel luoge delle inferiori, imperocchè sebbene queste seno più veloci di quelle, tuttavia essendo tutte quelle che radono il fende egualmente veloci, cioè tutte in quel grado che conviene alla pressiene che seffrone, nen penne con le scostarsi una dall'altra dar luogo alle superiori, ne queste per una simil ragione ponno concederlo alle altre più alte. Correrà dunque tutta l'acqua del canale di sotto alla superficie BO, verso le sbocco GO. Ma quante alle parti infinitamente piccole, che costituiscene la detta superficie, non essendevi alcuna pressiene, nè altra forza che le obblighi a meversi, e volendosi di nuovo metter a parte ogni aderenza, viscosità, o attraziene, che dir si debba, si staranue immebili, e tali sempre si manterranno. E sebbene si dee supporre, cha la parto infinitamente piccola O, che è alla superficie delle sbocco, al cadere delle altro inferieri della seziene GO, cada anch'essa, e che nel luogo da lei lasciato vadane succedendo le altre del filo d'acqua BO, tuttavia non potende ella nel principio della sua discesa concepire che quella velocità infinitamente piccela, che conviene nel primo istante ad un corpo che cada dalla quiete, ancha il mote delle altre, che succederanno nel luego di O, si farà con velocità infinitamente piccola, onde la superficie BO sarà da considerare come senza alcun moto. Sarà dunque la superficie tutta del canale erizzontale, ed immebile. Nè si può dubitare che non sia permanente, cieè che essa si abbassi entro il canale; imperocchè nen potendosi per la supposiziene abbassare quella del lago CB, egli è evidente, che il lago sarà per tramandarne sempre per l'emissario BA quantità eguale in tempi eguali, onde il corse del canale rimarrà sempre nel medesimo stato. Dunque sarà il canale BG corrente, con superficie erizzontale, immobile, e permanente. A questi canali, che ponno chiamarsi perfettamente orizzontali, si applica ciò che l'antere ha dimostrato ne' libri 3. 5. 6. della misura delle acque cerrenti.

È da avvertire, che se la cateratta non fosse stata apposta precisamente alla sbocco del canale, ma ad altra sezione di esse come MN (*fig.* 63.) più vicina all'emissario BA, o pure nell'emissario stesse, ritenende tutte le altre circostanza del caso precedente la parte BM della superficie tra l'emissario, e la cateratta devrebbe come prima essere erizzentale, ed immobile, ma dalla cateratta andando verso lo sbocco la superficie dovrebbe inclinarsi prendendo (come è

si renderà più veloce, e conseguentemente s'abbasserà di corpo, descrivendo colla sua superficie la linea curva FGH. Ma se il canale AB s'intenderà prolungato indefinitamente dalla parte di A, dimodochè il corso dell'acqua non risenta il difetto delle resistenze vicino all'uscita, allora si verificherà esattamente la proposizione predetta.

Essendosi adunque dimostrato, che l'acqua per condursi da un luogo all'altro, non ha bisogno di declivio nel fondo dell'alveo, ma solo che la di lei superficie sia regolarmente qualche poco più alta

---

facile il dimostrare supposte coll'autore le velocità in ragione dimezzata delle altezze) le figure paraboliche MV, MR, MG di mano in mano più ampie, se pure superficie può chiamarsi il termine de' viaggi sincroni delle diverse parti dell'acqua, che andrebbe passando per la sezione MN; nè potrebbe giammai la superficie intesa in questo senso arrivare a farsi permanente, e orizzontale in MO, avvegnachè quando lo sbocco G s'intendesse indefinitamente lontano, e la superficie si supponesse già arrivata passare per G, si potrebbe stimare fisicamente orizzontale, come l'autore ha avvertito nel fine di questo §. *Ciò è vero*.

Abbiamo supposto finora il canale orizzontale senza ristagno, o rigurgito d'altr'acqua in cui egli vada a sboccare, ma se io non erro il medesimo effetto di mantenere la superficie orizzontale, ed immobile può succedere quand'anco la superficie del recipiente sia allo stesso livello, che quello della vasca, onde esce il canale, purchè il detto recipiente abbia un esito, mercè cui si mantenga sempre allo stesso orizzonte. Come se dalla vasca inesausta BC (*fig.* 64.) uscisse il canale orizzontale CD, il quale avesse sbocco nel lago DEF, e questo lago di nuovo si scaricasse per un altro canale orizzontale FG, col fondo FG a livello del primo, e nella stessa direzione, e in lunghezza eguale col medesimo, allora intendendosi apposta a quest'ultimo una cateratta GH, onde l'acqua d'amendue i canali, e di amendue i laghi fosse continuata in una sola superficie stagnante AH, se tutta ad un tratto si aprisse la cateratta, parmi che l'acqua per fino dall'emissario IC della vasca BC, fosse per prender corso per CDEFG, come farebbe per un solo canale continuato, potendosi il lago di mezzo riguardare come una dilatazione, o un gorgo del fondo CDFG, che non torrebbe la continuazione al corso dell'acqua per mezzo di esso, facendole quasi letto, e sponde (ove si voglia metter sempre da parte ogni irregolarità fisica, e supporre propagarsi il moto da un capo all'altro del fluido in un tempo minimo) onde il canale CD sarà corrente, e pure sempre manterrà la superficie orrizzontale, ed immobile, benchè a livello di quella del suo recipiente DEF. Egli è tuttavia da avvertire, che se anco il lago di mezzo DEF fosse inesausto, nel senso spiegato sul principio di questa annotazione, allora l'acqua BC non potrebbe correre verso DF, non più che questa verso BC, ma amendue starebbero in equilibrio, e il solo canale FG sarebbe corrente. Imperocchè quando il lago DEF possa abbassarsi, trovando l'acqua aperto l'esito per FG si abbassa per una quantità infinitamente piccola, e tale abbassamento vien subito riparato da altrettanto alzamento per mezzo del canale CD; ma quando DEF sia inesausto, uscendo l'acqua di esso per FG non si abbassa punto, nè si mette in moto entro il lago, onde resiste a quella del canale CD, e della vasca CB, nè la lascia in libertà di scorrere.

Resta da considerare un altro caso, nel quale mostreremo potere un canale

di quella del luogo, al quale essa ha da terminare il suo corso; e che quanto maggiore è il corpo d'acqua, che dee correre per lo stesso canale orizzontale, tanto maggiore nell'uno, e nell'altro de' due casi proposti, dee essere la predetta differenza di altezza. Io non so abbastanza maravigliarmi, perchè mai siano state così concordi le opinioni degli autori, in volere che sia necessaria la declività del fondo de' canali alle acque correnti, e nello stesso tempo, così discordi in determinarne la quantità. Se forsi non egli è stato dal credere, che l'unica causa della discesa delle acque per gli alvei de' fiumi, sia l'inclinazione del fondo; e che questa misurata da essi, sia poi stata trovata differente, secondo la diversità de' fiumi medesimi. Può essere adunque, che Vitruvio trovasse negli acquidotti di Roma un mezzo piede di caduta, ogni cento piedi di lunghezza; e che gli altri

---

orizzontale correre con superficie orizzontale, e permanente in un medesimo stato, ma tuttavia mobile. Immaginiamo di nuovo il vaso inesausto DAE (*fig.* 65.) nel quale in vece che l'emissario sia aperto di sopra, fino alla superficie dell'acqua CE, sia solamente nella sponda sotto la superficie una luce rettangola AB, e al fondo di essa applicato il canale orizzontale AG, dell'istessa altezza, e larghezza della luce, e per tutto uniforme, coll'esito parimente libero in G. Allora rimossa ad un tratto la cateratta che chiudeva la luce, non v'ha dubbio, che tutte le parti dell'acqua, che a questa si affacceranno, saranno determinate a scorrere con direzioni orizzontali, ciascuna con quella velocità, che conviene alla pressione che essa riceve dall'acqua superiore, e però anco la superficie scorrerà orizzontalmente colla velocità dovuta alla pressione EB; onde preso qualsivoglia tempo dopo l'apertura della luce, v. g. quello in cui quel filo d'acqua che scorre radente il fondo, sarà arrivato in Z, se col vertice E intorno all'asse AE si descriverà per Z la parabola EXZ, che tagli l'orizzontale BX in X, è manifesto che quella parte d'acqua che uscì dalla sommità della luce B, in capo al tempo predetto sarà giunta in X, dovendo gli spazj sincroni AZ, BX essere come le velocità, le quali si suppongono come le radici delle altezze AE, BE, cioè come le ordinate alla parabola AZ, BX; e lo stesso dovendo seguire in ogni altro tempo, a cui corrisponda ogni altra parabola similmente descritta, come EPG, è manifesto che la superficie BXP sarà orizzontale, corrente, e permanente in un medesimo stato, e solo sarà inclinata quella parte di superficie, se tale può dirsi, che per ciascun tempo si troverà oltre l'intersecazione dell'orizzontale BP, colla parabola corrispondente a quel tempo come XZ, PG. Si potrebbe qui ancora figurare la cateratta apposta non già alla luce AB, ma ad altra sezione del canale, ma in tal caso converrebbe supporlo chiuso per disopra con coperchio, che poi si togliesse all'alzare della cateratta. Sotto questo caso (intorno a cui non può cader dubbio) è compreso anche il primo, cioè quando l'altezza BE sia nulla, e le parabole passino per lo punto B, e in esso abbiano il vertice, essendo la cateratta apposta allo stesso emissario, e allora la velocità della superficie deo trovarsi nulla, appunto come l'abbiamo trovata.

Finalmente se ritenendo la superficie del vaso in CE, e tutte le altre supposizioni di quest'ultimo caso, s'intenderà essere lo sbocco, e il fondo del canale sommerso sotto il livello di un recipiente stagnante, e chiuso d'ogni intorno FH, il qual livello sia HFI, non più alto della superficie CE (altrimenti il recipiente

misurassero ne' fiumi de' loro paesi le declività assegnate; e finalmente che ognuno dalle proprie osservazioni, deducesse una regola generale per tutti gli altri fiumi.

Quanto sia erroneo questo metodo, non occorre dimostrarlo per altra strada, che per quella dell'esperienza; poichè, se si livellerà la caduta di diversi fiumi, i quali in siti omologi portino diversa quantità di acqua, non si troverà ella la medesima in tutti, ma sempre minore in quelli, che nelle loro escrescenze camminano più gonfi; anzi misurando la caduta dello stesso fiume in luoghi diversi, si troverà che tra le montagne avrà esso inclinazioni d'alveo precipitose, e nelle pianure molto minore; e che alcuni fiumi sono veramente declivi di fondo, ed altri affatto orizzontali. (1) Dal che evidentemente apparisce, che *la caduta non tanto è cagione della velocità de'*.

correrebbe all'indietro per lo canale, ed entrerebbe nel vase DAE) e manifesto, che ciò non ostante prevalendo la pressione dell'acqua del vaso, a quella dell'acqua del detto recipiente, il canale dovrebbe correre verso il suo sbocco, nè la superficie di esso lascerebbe d'essere orizzontale (facendo astrazione dalla cascata d'acqua, che dovrebbe seguire allo sbocco ove il livello HFI fosse più basso di BO) perciocchè essendo tutte le sezioni di esso sempre egualmente impedito dalla resistenza del recipiente (purchè questo per l'ingresso dell'acqua stessa del canale non si potesse rialzare di superficie) niuna diminuzione di velocità, e per conseguenza niuno accrescimento d'altezza può succeder nell'una, che non succeda egualmente nell'altra. Ne seguirebbe bensì, che minor quantità d'acqua uscisse per la luce impedita di quella che uscirebbe per la medesima luce libera; ma supponendosi che per tutto ciò la superficie CE non possa rialzarsi, attesa la immensa sua proporzione all'ampiezza della luce AB, rimarrebbe sempre il canale nel medesimo stato, o con superficie permanente, la quale ove il livello del recipiente non fosse più alto della sommità della luce B, dovrebbe vedersi movere verso lo sbocco, benchè con velocità minore di prima,

Se il discorso finora fatto ne' vari casi considerati sussiste in ogni sua parte (non affidandomi io di non prender qualche abbaglio in una materia sì difficile, e nella quale molti dottissimi uomini si sono arrestati) si ponno spiegare le diversità che si trovano in simili canali colle osservazioni, vedendosi in fatti la loro superficie talvolta inclinata, talvolta orizzontale, ma corrente con notabile velocità, e tal'altra quasi immobile, giacchè immobile affatto non può essere in pratica, ne pure nello ipotesi del nostro autore, attesa l'aderenza, e viscosità che egli riconosce nelle parti dell'acqua.

È da avvertire, che tutto ciò che nella presente nota si è detto in ordine alle velocità (posto lo sbocco del canale libero) potrebbe ancor aver luogo quando esse nell'ingresso de' canali, o nel corso di essi non fossero quelle medesime che corrisponderebbero a pari altezza nelle libere uscite dell'acqua da fori delle sponde de' vasi (secondo il sospetto indicatone in altra annotazione del cap. 4.°, ed altrove) purchè non fossero diverse fra loro in ciascuna delle sezioni, nelle quali l'altezza fosse eguale, e purchè in tutte serbassero la ragione dimezzata delle altezze.

(1) Per togliere ogni equivoco, si vuole avvertire non negarsi qui dall'autore, che quella velocità che si trova avere il fiume in qualsiveglia sezione del suo

fiumi, quanto effetto della medesima, essendo comune osservazione, che i fiumi assai veloci si profondano l'alveo, e con ciò si scemano le cadute; e che i tardi di moto, se corrono torbidi, s'interriscono i letti, e con ciò accrescono le declività a' loro fondi; ond'è che da alcuni sono chiamati i fiumi divoratori delle campagne, e da altri bonificatori delle medesime, verificandosi d'essi l'uno, e l'altro epiteto, in diversità però di circostanze. Quindi è, ch'io non ho mai saputo immaginarmi di dovere cercare, qual caduta sia necessaria ad un fiume, per altro fine, che per accertarmi, che il medesimo non interrisca il proprio alveo colle deposizioni, non avendone quanto basta, o avendone la maggiore del bisogno, non l'escavi di soverchio, con danno notabile delle proprie ripe.

Perchè ciò resti fuori d'ogni dubbio, io prendo a discorrerla in

---

alveo, non riconosca le più volte come sua cagione, o totale, o parziale la caduta, cioè la discesa del fiume dalla sua origine, fino a quel punto dell'alveo (ciò che egli stesso ha insegnato nel capo precedente) ma solo pretendersi, che il mantenere che fa il fiume in quel sito una tal pendenza, o inclinazione d'alveo senza accrescere nè sminuirla, ove si tratti di fiumi atti a farsi eglino stessi, e rassettarsi il letto colle proprie forze, o per escavazione, o per interrimento, sia piuttosto effetto che cagione della detta velocità, la quale non sia nè soverchia per poterlo escavare, nè scarsa per doverlo interrire. E perchè l'alveo d'un fiume tanto meno ha di pendenza quanto è più cavo, e tanto ne ha di più quanto più è alto (dovendosi considerar quì lo sbocco come un punto fisso, a cui l'alveo dee terminare, e che in fatti non è soggetto a mutazione in profondità, che sia di molto momento, ove il recipiente sia inalterabile, come vedrassi nell'annotazione prima del capo 8) ne segue, che a maggior velocità come atta a produrre, o maggior escavazione, o minore alzamento, risponderebbe minor pendenza, e al contrario maggior pendenza andrebbe congiunta con minore velocità. E in tal senso si verifica, che al profondarsi degli alvei scemino le cadute, cioè le pendenze, o all'interrirsi si accrescano le declività; i quali effetti come si producano dalla natura, si spiega a lungo in questo capo.

E giova qui di passaggio osservare, che l'autore spesse volte in quest'opera si serve de' vocaboli di caduta, e di declività come sinonimi (ed altri ancora così hanno fatto) comecchè propriamente favellando queste voci paiano istituite a significar cose alquanto diverse. *Caduta* d'un termine sopra un altro è la differenza delle loro altezze, o sia della loro distanza dal centro comune de' gravi, e dicesi ancora di due termini fra loro sconnessi. Così diremo a cagion d'esempio, che la cima del tal monte ha tante braccia di caduta sopra la superficie del mare. Laddove *declività* (o vogliasi dire *declivo, pendenza, pendio, inclinazione*) non tanto si fa consistere nella differenza delle altezze di due punti, quanto nel rapporto di tal differenza alla distanza orizzontale di essi, i quali si vogliono intender connessi con qualche linea, o piano inclinato (e tal rapporto è quello del sino dell'angolo dell'inclinazione al sino del suo compimento) a cagion d'esempio quando si tratti di due punti d'un medesimo fondo, o d'una medesima superficie d'un canale, che si estenda dall'uno all'altro, anzi più propriamente dicesi dello stesso piano, che de' due termini di esso. E perciò se a cagion d'esempio il fondo d'un fiume si unisse col fondo di un altro, e quel primo in un

questa maniera. Egli è certo, che i fiumi intanto si profondano, ed allargano l'alveo, in quanto per la violenza del proprio moto corrodono, e portano via la terra che forma le sponde, ed il fondo; egli è dunque necessario, che la forza scavante superi la resistenza della terra, o d'altra materia che forma l'alveo al fiume; altrimenti essendo l'una eguale all'altra, non succederà effetto veruno d'escavazione, e molto meno, se la resistenza sarà maggiore della forza. Egli è altresì evidente, che un fiume non va sempre profondando il proprio alveo in infinito, altrimenti quelli che nel principio del mondo, corrodendo il terreno, si formarono il letto, colla diuturnità del corso si sarebbero a quest'ora profondati nelle più alte viscere della terra; bisogna dunque dire, che nell'escavarsi che fa un fiume, o la forza dell'acqua vada a poco a poco mancando, o la resistenza del terreno

---

punto distante un miglio di sopra all'unione si trovasse di livello col secondo preso in un punto distante due miglia sopra alla medesima, le cadute di que' due punti degli alvei sopra il termine comune della confluenza sarebbero eguali, ma le pendenze non si dovrebbero dire eguali, mentre il primo fiume tanto alzerebbe in un miglio, quanto l'altro in due miglia, cioè il doppio più del secondo in egual tratto, e le linee inclinate di quegli alvei (le quali si sogliono a' tempi nostri chiamare le *cadenti de' fondi*, dicendosi all'istessa maniera *cadente del pelo d'acqua, degli argini, delle campagne ec.*) avrebbero pendenza l'una doppia dell'altra.

Si è detto poc'anzi, che a maggior velocità del fiume risponderebbe minor pendenza, la qual cosa acciocchè non paia contraria a quello che si disse nel capo precedente (cioè che ove la pendenza è minore, si rallenta il moto, e scema la velocità) basta considerare, che altra è la velocità con cui il fiume si forma l'alveo, e induce in esso una qualche pendenza, altra quella che poscia egli serba dopo di aver compito cotesto effetto. Il fiume escavando perde di velocità, appunto perchè comincia a scorrere sopra quella pendenza più dolce, che egli si è fatta, e quando tanto ne ha perduto da pareggiar la sua forza, che intanto scema colla resistenza delle parti dell'alveo, che intanto cresce, cessa l'escavazione, e il fiume resta con quella velocità, e con quella pendenza, che insieme si equilibrano. Al contrario interrendo aumenta la velocità, perchè scorre sopra quella pendenza più ripida che si è acquistata; e quando tale acquisto ne ha fatto da uguagliare la sua forza di portar via le torbide, la qual forza frattanto si aumenta, colla resistenza di queste all'esser spinte avanti, la qual resistenza frattanto si sminuisce, ha termine l'interrimento, e il fiume serba quella velocità, e quella inclinazione in cui la forza, e la resistenza si sono eguagliate. Ma sopra ciò per ben intendere come si ottenga tale equilibrio, basta leggere attentamente le parole dell'autore in questo §. e ne' segnenti, fino alla seconda proposizione.

Solamente affinchè non resti alcuno scrupolo in questa sì difficil materia, si vuol notare in oltre non esser impossibile, anzi necessario, che il fiume nell'escavarsi il letto, perda di velocità, e ne acquisti nell'interrarlo, benchè nel primo caso abbia dovuto fare maggior discesa, e nel secondo abbia dovuto tornare ad alzarsi. Imperocchè già nel capo antecedente si è veduto, che i fiumi a cagione delle grandi resistenze che incontrano, presto si riducono in istato di non accelerarsi

egualmente accrescendosi; o pure che nello stesso tempo, e quella si diminuisca, e questa si accresca, sin che si giunga ad una specie di equilibrio, nel qual tanto operi la violenza dell'acqua per escavare, quanto resiste il fondo per non essere alterato dal proprio essere. Nell'istessa maniera si dee discorrere delle larghezze de' fiumi, che sono effetti, parte dell'abbondanza, e velocità delle acque, e parte del contrasto, o resistenza che fanno le sponde ad essere ulteriormente corrose. Quindi (1) *tanto i fondi, quanto le larghezze degli alvei, vengono ad essere determinate dalla natura*; cioè a dire dalla combinazione delle cause operanti, e delle resistenti in un certo grado di attività; e però alterandosi tanto quelli, che queste, con l'arte non cessano mai le cause operanti di ridurli al loro stato primiero. Ed in fatti, (2) l'esperienza dimostra, che in un fiume stabilito di fondo, (cioè a dire posto in tali circostanze, che non si alzi

---

punto nella discesa, onde in tale stato per più, o meno che siano scesi niento guadagnano, o perdono di velocità. Bensì perdono molto allo sminuire della pendenza, e molto riacquistano al crescer di essa, perocchè la minor pendenza non soffre, che manteugano ne pure quella velocità equabile, che avevano acquistata nella maggiore; e all'incontro la maggiore può rimetterli in parte in un grado di velocità, che la minore non comporterebbe, come si è avvertito nel capo precedente, e nelle sue annotazioni.

Se per qualche accidental cagione si dasse caso d'interrimento del fiume nello sbocco, o nelle parti inferiori, e non nelle superiori, allora non sarebbe vero, che l'interrimento accrescesse la pendenza rispetto al tratto superiore, anzi la sminuirebbe; e al contrario quando nell'inferiore, e non nel superiore seguisse escavazione, la pendenza al di sopra sarebbe accresciuta, e non già scemata. Ma questi non sono di quegli effetti che si considerano in questo capo, nel quale si dee sempre supporre come fisso il termine inferiore.

(1) Cioè la natura per ciascun fiume, anzi per ciascun tratto di fiume esige una tal larghezza, e una tal pendenza (diversa tuttavia in diversi fiumi, e in diversi tratti del medesimo fiume, e dipendente dalle condizioni degli alvei, delle acque, e delle materie che portano) la quale finchè non si ottenga colle escavazioni, o cogli interrimenti, nè la pendenza, nè la larghezza sarà permanente, ma si andrà o scemando, o aumentando mai sempre.

(2) Chiama egli fiumi *stabiliti di fondo* quelli che hanno acquistata quella tale declività, che naturalmente esige la loro condizione, e *stabiliti in larghezza* quelli, che parimente tanta se ne sono presa quanta la natura per essi ne addomanda. Nel che è da avvertire non poter giammai un fiume arrivare a perfettamente stabilirsi nell'una di coteste due misure, senza che si stabilisca eziandio nell'altra, come facilmente s'intende sol che si rifletta, che da amendue congiuntamente dipendono (almeno in gran parte) tanto quell'ultimo grado di velocità, quanto quel limite di resistenza, nell'equilibrio de' quali consiste lo stabilimento del fiume.

Potrebbe alcuno dubitare se si diano in natura fiumi perfettamente stabiliti, a riguardo del perpetuo rialzamento, che dee succedere de' loro sbocchi nel mare, posto che il mare (come non senza fondamento da qualcheduno è stato creduto)

colle deposizioni, ne si abbassi colle escavazioni) e parimente stabilito di larghezza (cioè che per propria attività, più non si allarghi, nè più si ristringa) se nel di lui alveo si faranno coll'arte, nuove escavazioni ben presto, essendo l'acqua torbida, le riempirà, formandosi nuovi dossi, ben presto gli escaverà; allargandosi l'alveo da una parte più del bisogno, ben presto, colle alluvioni, si ristringerà; e finalmente ristrigneudosi oltre il dovere sempre farà forza per superare le cause ristrignenti.

Per maggiore spiegazione di tuttociò, supponiamo che un fiume cammini con una determinata velocità cagionata, o dal declivio, o dall'altezza; e che l'acqua affetta di detta velocità, possa, come farebbe una lima, staccare l'una dall'altra, le parti della terra che sono contigue al di lei corso. Niuna ragione adunque, in tal caso vi può essere, per la quale l'acqua non disunisca le parti della terra vicina; e staccandole dal fondo, ecco il profondamento, siccome l'allargamento, se ciò succede alle sponde. Egli è anche facile da concepire, che esercitandosi verso il fondo, maggiore la forza, quivi anche più agevolmente si corroda il terreno in qualche larghezza; e che per l'ordinario, non potendosi lungamente sostenere la terra sopra d'un taglio fatto a perpendicolo, dirupino le parti superiori delle ripe, formandosi una scarpa conveniente, ed atta a sostenere la mole della terra superiore. *Sin tanto* dunque *che la velocità dell'acqua non trova un resistente, che pareggi la di lei forza, sempre continuerà ad allargare, e profondare.* Ma perchè scavandosi giornalmente il fiume, viene esso a perdere a poco a poco la propria declività, e per cousegnenza anche qualche volta la velocità derivata da essa; e per lo contrario, rendendosi sempre più resistente la terra alla disunione delle proprie parti, quanto più la di lei superficie s'accomoda al piano orizzontale, ne siegue, che profondandosi il fiume, cresca la forza nel resistente, e cali nella potenza operante; e perciò sia necessario, che finalmente l'una, e l'altra si riducano all'egualità, il che accadendo, viene ad aversi posto il termine al profondamento. Dissi essere necessario, che la forza operante finalmente si pareggi colla resistente, ma ciò non succederà sempre a cagione dello scemarsi del pendio; poichè, sebbene ciò per lo più avviene,

---

si vada egli sensibilmente alzando di superficie. Tuttavia siccome una tale elevazione, se pur sussiste, prima di manifestarsi al senso non richiede meno, che il corso di qualche secolo, non si può fare errore sensibile riguardando per qualche tempo come stabiliti di fondo que' fiumi, ne' quali non concorra altra cagione di cangiamento, che l'alterarsi della superficie nel mare.

Come poi in pratica possa aversi indicio se un fiume sia stabilito di fondo, veggasi nell'annotazione terza del capo 14.

può nulladimeno darsi il caso, che la forza dell'acqua sia tanto grande, che (non ostante tutto il deterioramento che riceve dal diminuirsi della declività, e tutto l'aumento che si fa, per la stessa ragione, nella resistenza della terra) nulladimeno resti tanto vigorosa da scompigliare le parti dell'alveo, anche disposte in un piano orizzontale. Ma allora succederà un'altra sorte di resistenza alla forza dell'acqua, e quella sarà, se non altro, l'acqua del mare, o d'un lago, dentro cui entri colle proprie acque il fiume, per virtù della quale, sminuita la forza dell'acqua, s'uguagli ella colla resistenza del fondo.

Similmente, perchè nell'allargarsi l'alveo del fiume l'acqua cala di altezza, e molte volte di velocità; e generalmente scostandosi dal filone si rende meno veloce; ne siegue, che rallentandosi il moto, ne perciò calando la resistenza della ripa, anche in questa parte debba succedere il sopraccennato equilibrio. E qui è da considerare, che *la resistenza del fondo più presto uguaglia la sua potenza contraria*, per essere due le cause dell'uguagliamento; la prima, cioè la minore inclinazione dell'alveo; e la seconda la diminuzione della velocità: laddove la resistenza delle ripe, arriva molto più tardi all'equilibrio, con la sua potenza contranitente, perchè la sola forza dell'acqua è quella che si sminuisce, ed anco assai lentamente: come che ciò, quasi solamente deriva dallo scostamento del filone, e la resistenza delle ripe resta sempre tale, quale era prima; supposto che il terreno corroso, e da corrodere sia in tutti i luoghi della stessa natura. Questa è la ragione per la quale *i fiumi che corrono dentro alvei formati di materia omogenea, e facile da essere corrosa dall'acqua, hanno la larghezza maggiore della profondità*, come s'osserva per esempio *nel Pò di Lombardia*, che al Lago scuro ha settecento piedi di larghezza, e trentacinque di altezza; *e nel Reno nostro*, il quale s'allarga alla Botta degl'Annegati, piedi cento ottanta, e nelle sue maggiori piene s'eleva piedi nove; dimodochè nell'uno, e nell'altro, *la proporzione dell'altezza alla larghezza sta, come uno a venti*. Non è però da credere, che questa proporzione s'osservi sempre negli altri fiumi, ne meno in diverse sezioni del fiume medesimo, concorrendovi molte cause accidentali a variarla. Egli è ben certo, e confermato, sì dalla ragione, che dall'esperienza, che *i fiumi quanto maggior copia d'acqua portano nelle loro escrescenze, altrettanto sono più profondi, e più larghi; e perciò essendo mantenuti ristretti dall'arte, maggiormente s'escavano; e lasciandoli allargar di soverchio, o dividendosi in più rami, maggiormente si alzano di fondo*.

Concorrono adunque tre cause, o circostanze, a stabilire l'alveo de' fiumi. La prima si è *la condizione della materia*, della quale sono composte le ripe, ed il fondo; poichè *le terre arenose cedono più*

facilmente alla forza dell' acqua corrodente, che le cretose, e questo più facilmente, che il sasso. La seconda è *la situazione del fondo, o delle ripe del fiume*, essendochè, *quanto più sarà declive un fondo arenoso o ghiaroso, tanto più la medesima forza dell' acqua sarà potente ad escavarlo*. E la terza, che più d'ogn' altra merita nome di causa, si è *la forza dell' acqua*; poichè, dove questa è maggiore, ivi più presto e più facilmente cede la tenacità, o peso della materia, della quale è composto l' alveo, e meno resiste la poca inclinazione delle ripe, e del fondo. Ma perchè la forza escavante non è altro che la velocità dell' acqua applicata al terreno, e questa riceve il suo essere, o dall' altezza dell' acqua, o dalla discesa; bisogna considerare le forze escavanti, secondo la proporzione che portano le cause produttrici della velocità. Nell' istessa maniera, diversificandosi la condizione del terreno, sì dalla glutinosità, tessitura, o aderenza delle parti di esso; sì anche dal peso, grossezza, e figura delle medesime; egli è d' uopo di mettere a conto l' una e l' altra di queste circostanze, acciò possa dedursi, quanto esse vagliano, per resistere alla forza dell' acqua, e per conseguenza, qual pendio si richieda per pareggiarla.

Per ben intendere come operi la resistenza del fondo, dipendente dalla di lui obbliquità; siano circa il centro B (*fig.* 17.) descritti diversi piani, variamente inclinati all' orizzontale AB, e questi s' intendano formati di terreno, che abbia una determinata collegazione di parti. Non si può dubitare, che siccome più facilmente si muove un grave, discendendo per la verticale EB che per l' inclinata DB, e più facilmente per DB, che per CB, di maniera che su l' AB orizzontale non ha forza alcuna per muoversi; così se a cagione delle resistenze, o inegualità de' piani CB, FB ec. non potesse muoversi per essi un grave senza l' aiuto d' una forza esterna, questa vorrebbe essere maggiore in AB, minore in FB, e così successivamente, secondo che andassero crescendo gli angoli ABF, ABC ec. E la ragione si è, perchè sebbene i gravi predetti non possano muoversi per li piani AB, FB, CB, non lasciano però di esercitare tutta la loro energia, per superare le resistenze, che per essere maggiori, loro impediscono il moto, e di fare sforzo maggiore quanto maggiori sono gli angoli colla linea orizzontale. Quindi è, che accresciuta l' inclinazione, v. g. sino al sito DB, e mantenendosi le medesime resistenze, potrà il grave avere acquistato tanto di momento, che basti a superare gl' impedimenti, e comincierà a muoversi per lo proprio peso. E perchè le forze accresciute intrinsecamente (siasi, o per aggiunta di nuova potenza, o per diminuzione di resistenze) non hanno bisogno di tanto aiuto estrinseco, per arrivare ad un certo grado, ne segue, che minor forza estrinseca richiederassi per fare che il grave si muova

per lo piano CB; maggiore per ispingerlo per FB, e molto maggiore per farlo movere per AB.

Ciò premesso, osservisi che le parti del terreno, massimamente bagnato che sia dall'acqua, non hanno che rade volte tanta aderenza di parti, che basti per sostenerle a perpendicolo, come succede ne' marmi, e nelle materie più consistenti. Onde poste in situazione verticale, come in EB, dirupano formandosi un pendio, v. g. DB, che supponiamo sia la massima inclinazione tra tutte le possibili, colle quali il terreno si sostenti senza dirupare: e questa nelle terre più tenaci, regolarmente non eccede gradi sessanta, ma ordinariamente oltrepassa di poco i gradi quarantacinque. Posto adunque che DB sia quella pendenza, la quale accresciuta che fosse, non potrebbe trattenere il terreno che non si staccasse dal suo vicino, cadendo, o scorrendo al basso, è chiaro che aggiuntavi qualsisia, benchè minima forza, che lo spinga da D in B, non potrà sostenersi, converrà che si disgiunga dal rimanente. Intendiamo, che per tal cagione ne sia stata staccata la parte DBC, e che perciò il piano si sia abbassato in CB; questa inclinazione dunque non sarà più quella, che precisamente basta per impedire la disunione delle parti della terra; ma bensì tale che potrà resistere a qualche grado di forza, ma non ad un maggiore, il quale solo potrà essere impedito dal piano, v. g. FB meno declive. Unite dunque le forze estrinseche al conato, che fanno le parti della terra per disunirsi; quelle si richiederanno sempre maggiori, quanto le inclinazioni coll' orizzonte, saranno minori; e perciò nell'orizzontale AB, non avendo la forza estrinseca alcun vantaggio dall' inclinazione del piano; converrà che sia tanto vigorosa, che basti colla sola sua virtù, a superare l'aderenza delle parti della terra, ed a muoverle da luogo, altrimenti non succederà alcuna corrosione del piano AB. Egli è perciò evidente, che non essendo la forza estrinseca (cioè nel nostro caso, la velocità dell'acqua) bastante a ridurre il piano al sito orizzontale; necessariamente bisognerà, che lo lasci declive, ed in tale declività, che sia la prima che basti a pareggiare la forza di essa; e da ciò chiaramente apparisce, che (1) *la violenza del corso dell'acqua non è sempre effetto della declività dell'alveo*, come sin ora è stato creduto; ma *la declività dell'alveo è bensì sempre effetto della violenza del corso dell'acqua*,

(1) Cioè a dire l'aver l'alveo quella tale declività più che un'altra è effetto della violenza, che ebbe il corso dell'acqua per renderlo sì poco declive a forza di escavarlo; dopo di che scemata la velocità, ed accresciuta la resistenza del terreno ad esser roso (effetti amendue della pendenza diminuita) si è fatto l'equilibrio delle forze, e il fondo si è stabilito. Vedi sopra l'annotazione quarta di questo capo.

fuorchè in alcuni casi particolari, de' quali discorreremo più abbasso.

Stabilita la verità del detto di sopra, non è difficile il dedurre le seguenti proposizioni, le quali si devono intendere, in parità di tutte le circostanze non espresse; e nel caso di fondi stabiliti per mezzo dell'escavazione fatta antecedentemente dall'acqua.

PROPOSIZIONE II.

Ne' fiumi, quanto maggiore sarà la forza dell'acqua, tanto le declività degli alvei saranno minori.

Posciachè, supponendosi eguale la resistenza della materia, che compone l'alveo, e maggiore la forza dell'acqua; è necessario che questa, applicata a quella, produca effetto maggiore; ma quest'effetto non è altro che l'escavazione, e l'allargamento dell'alveo, e l'escavazione dell'alveo, quanto è maggiore, tanto minore rende la declività dell'alveo; dunque, quanto maggiore sarà la forza dell'acqua, tanto minore sarà la declività dell'alveo del fiume. Il che ec.

COROLLARIO I.

E perchè la forza dell'acqua, vicino al fondo del fiume per lo più, dipende dall'altezza della medesima; perciò in tal caso, *quanto maggiore sarà l'altezza viva dell'acqua, tanto meno declivi saranno i fondi.*

COROLLARIO II.

Similmente, perchè l'altezza viva del corpo d'acqua, dipende in qualche parte dalla quantità di essa, che scorre per l'alveo in un dato tempo; quindi è che *quanto maggiore copia d'acqua porterà un fiume, tanto minore sarà la di lui caduta.*

COROLLARIO III.

E perciò *i fiumi uniti, dopo le confluenze sempre si spianano il fondo più di quello, fosse prima dell'unione; e per conseguenza perdono di caduta.*

COROLLARIO IV.

Dal che nasce, che *i fiumi i quali si fanno grandi per lo concorso d'altri minori, hanno il loro fondo disposto a modo di un poligono*, o sia di una figura di più lati, de' quali i più alti facciano angolo maggiore con l'orizzontale, ed i più bassi minore, ed in oltre gli angoli tutti siano all'intorno de' punti delle confluenze; il quale

poligono si può anhe considerare, in un certo modo, per una specie di linea curva, concava nella parte superiore.

COROLLARIO V.

Ma (1) *que' fiumi che conservano sempre il medesimo corpo d' acqua, deono avere il fondo* in una linea sensibilmente retta, se si parla di picciole distanze; ma realmente, ed in grandi distanze *in una spirale, le cui tangenti facciano sempre angoli eguali con le perpendicolari tirate dal centro della terra*, che viene anco ad essere il centro della spirale medesima; e questa s'accosterà sempre più alla circonferenza di un circolo, quanto più l'angolo fatto dalle tangenti con le perpendicolari, s'accosterà all'angolo retto.

COROLLARIO VI.

In caso poi che la velocità dell'acqua dipenda dalla discesa, non dall'altezza viva, allora la determinazione del fondo, si desume dal grado di velocità acquistato per essa; e perciò, *sin tanto che l'acqua anderà accelerandosi* (quando la condizione della materia, che forma l'alveo sia sempre la medesima) *s'anderà sempre mutando il pendio; e sarà minore nelle parti dell' alveo*, nelle quali sarà maggiore la velocità; in quelle cioè, *che saranno più lontane dal loro principio*.

COROLLARIO VII.

Ma perchè due corpi di peso diseguale, e di velocità eguale, operano differentemente contro i piani, sopra de' quali scorrono; quindi è, che *se si daranno due fiumi, le acque de' quali s'accelerino per la discesa; ma una sia maggiore di altezza dell' altra*, più opererà in escavare la maggiore, che la minore, e per conseguenza, anche in questo caso, *ne' siti di eguale velocità, meno declive sarà quel fiume, la cui altezza viva sarà maggiore*.

---

(1) Affinchè si verifichi il presente corollario, come pure il 9 di questa proposizione, parmi che convenga aggiugnere una considerazione, cioè quella della larghezza uniforme delle sezioni per tutto quel tratto, per cui si mantiane il medesimo corpo d'acqua, essendo ciò necessario per avere quell' uniforma velocità da cui dipende il mantenersi la rettitudine della cadente del fondo.

La linea spirale di cui egli parla, e che fa angoli eguali con tutte le perpendicolari, cioè con tutte le rette tirate dal centro della terra, necessariamente nasce dall' uniformità della pendenza, mentre nelle grandi distanze ove una liuaa veramente orizzontale sensibilmente è curva, cioè è un arco di circolo, conviene cha una linea egualmente inclinata all' orizzonte, diventi la spirale predetta.

COROLLARIO VIII.

Perchè dunque, come più volte si è detto, le velocità fatte dalla discesa crescono, all'aumentarsi delle distanze dal principio del moto; ne siegue, che succedendo a maggior velocità, maggiore escavazione, e per conseguenza minore declività nelle parti inferiori, che nelle superiori; *dovranno* in tal supposto, *disporsi i fondi, durante lo spazio dell'accelerazione, in linnee curve concave, le tangenti delle quali facciano successivamente angolo maggiore con le perpendicolari tirate dal centro della terra*.

COROLLARIO IX.

Ma cessata l'accelerazione, e *ridotta la velocità dell'acqua all'equabilità; il fondo si disporrà in una linea* sensibilmente retta; o pure nella *spirale* predetta, *nella quale si conservi sempre la pendenza medesima*.

PROPOSIZIONE III.

Se *la forza dell'acqua di un fiume sarà bastante senza l'aiuto di qualche declività, a sovvertire le parti del fondo, ed a portarle via; allora l'alveo di esso non riceverà alcuna pendenza*.

Poichè essendo, per lo supposto, la forza dell'acqua tanto grande, da potere scomporre le parti del fondo, e portarle via senz'aiuto di declività; niuna diminuzione di questa sarà bastante ad impedire una nuova escavazione; posta dunque qualsisia declività, l'acqua continuerà ad escavare, e perciò si toglierà di mezzo la declività del fondo, che è lo stesso che dire, che il fondo non avrà alcuna pendenza. Il che ec.

COROLLARIO I.

E però *disporrassi il fondo in una linea circolare*, essendo in questa tutte le tangenti ad angolo retto con le linee che vengono dal centro; *la quale però, in poca distanza, non sarà sensibilmente differente da una retta orizzontale*.

COROLLARIO II.

Aumentandosi la forza dell'acqua, farassi ben maggiore l'escavazione, ma non si muterà la situazione orizzontale del fondo, supposta per tutto la medesima resistenza della materia, che forma l'alveo, e l'uniformità di tutte l'altre circostanze.

Qui si dee avvertire, che avendo un fiume tanto di forza, che

basti a scompigliar il fondo dell'alveo, situato in qualsisia, benchè minima declività, o pure anco in un piano orizzontale; se quella si aumentera, o per ristringimento di alveo, che cagioni maggior'altezza, o per aggiugnersi di nuova acqua; accrescendosi con tal mezzo la velocita del fiume, avrà maggior forza per escavare. Farassi dunque tal'escavazione sino ad un piano orizzontale, più basso dell'antecedente, come, v. g. al piano CG (*fig.* 18.), sopra del quale la copia dell'acqua corrente richieda l'altezza viva ABC; siccome la copia di quella che scorre per lo piano, pure orizzontale EB, si suppone che addimandi la sola altezza viva AB. Posta dunque tal differenza di piani, egli è evidente, che se l'altezza in AB, ha tanta forza da portar via la materia dell'alveo su'l piano orizzontale; molto più potrà farlo per lo perpendicolare BC, e perciò corroderà l'angolo HBC, formando l'alveo pendente in HC; e per la stessa ragione, colla declività HC, corroderà il fondo, riducendolo sempre men declive; dimodochè, se la forza dell'acqua, non ostante l'abbassamento del fondo, resterà potente a mantenerselo orizzontale, si scaverà il fondo EB sino al piano orizzontale MC, dimanierachè MCG sia tutta nella medesima orizzontale. Ma perchè abbassandosi il fondo in MC, non si può abbassare la superficie DA, per cagione della superficie AF; sarà necessario che l'altezza AC, la quale acquisterà il fiume DE, cessi d'essere viva, e per conseguenza, che si ritardi l'acqua in DE, la quale, se con questa perdita, perderà altresì la forza necessaria, per mantenere il fondo orizzontale, resterà nel fondo MC qualche picciola declività; e perciò può darsi il caso, che un fiume che da se avrebbe la forza, per mantenersi il fondo spianato all'orizzonte, entrandovene un altro dentro la perda, e ricerchi della pendenza; ma questa non sarà mai tale, che cagioni dell'alzamento nel fondo di esso, ma sempre dell'escavazione. Poichè, supposto che la declività fosse EC, ogni volta che la liena EC s'incontrerà colla linea BE, avrà il fiume nel punto E riacquistata la sua altezza viva, e perciò potrà da lì in su tenere scavato il fondo all'orizzontale. Tale declività EC renderassi sempre minore, se il fiume BD, vicino alla confluenza, si ristringerà a causa dell'impedimento della velocità, essendochè l'angustia della sezione, concorre assai a rendere viva l'altezza. Questa considerazione non solo si applica a' canali orizzontali, ma ancora agl'inclinati; e perciò abbiamo detto *nel coroll. IV. della prop. antecedente,* che gli angoli del poligono ivi accennato, deono essere, non ne' punti, ma *all'intorno de' punti delle confluenze*. Ma di ciò si parlerà più a lungo nel capitolo sopra l'unione de' fiumi insieme.

COROLLARIO III.

E perchè i fiumi coll'allargarsi perdono l'altezza, e conseguentemente la velocità; ne siegue, che *i fiumi orizzontali, allargandosi ordinariamente il loro alveo vicino al mare, perdano la forza per mantenersi scavati;* e perciò *vicino allo sbocco restano più alti di fondo, che lontani da esso,* al che concorrono però altre cause. E questa è una delle ragioni, per le quali gli sbocchi de' fiumi nel mare, se non sono tenuti ristretti dall'arte, regolarmente sono men profondi degl'alvei nelle parti superiori.

Siccome nell'annotazione al croll. II. precedente, abbiamo detto, potersi dare il caso che un'acqua ritardata, conservi anche la forza per mantenersi il fondo orizzontale: così *può darsi il caso, che la forza di un fiume sia tanto grande, che* se bene ritardata che sia, non possa muovere le parti grosse, e pesanti, e perciò s'elevi il fondo (come abbiamo detto, in questo corollario, succedere alle foci de' fiumi nel mare) non ostante però, *conservi tanto di virtù,* abbenchè riascenda sopra d'un piano acclive, *da spingere, o portar seco le parti meno pesanti.* E questa è la ragione per la quale sopra degli sbocchi, gli alvei si conservano profondi, abbenchè le foci siano più alte di esse.

COROLLARIO IV.

Se *l'acqua d'un fiume avrà tanta forza, da stabilirsi il fondo orizzontale, precisamente, e niente di più, supposta una determinata resistenza nel fondo; se questa si accrescerà, non sarà ella più valevole, a spianarsi il fondo orizzontalmente, e perciò sarà più alto nelle parti più vicine allo sbocco, che nelle più lontane.* E perchè può darsi il caso, che tale alzamento di fondo non ritardi l'acqua che sopravviene, perciò in tal supposto *non si altererà il fondo nelle parti di sopra; ma mantenendosi, e connettendosi col più alto, si renderà acclive* come BCD (*fig.* 19.) Che *se poi l'alzamento del fondo inferiore* CD, *ritarderà l'acqua che sopraggiunge* da AB, in tal caso *se l'acqua porterà materia atta, riempirà l'alveo* ABC *sino all'orizzontale* EC; e finalmente, *se ritarderà le parti vicine a* CD, *più che le lontane,* come per l'ordinario succede, *formerassi l'interrimento* BC, che si alzerà a proporzione della forza diminuita. E questa è la ragione del mantenersi che fanno i dossi, e i gorghi negli alvei de' fiumi.

Che il dosso CB possa non impedire il corso dell'acqua in AB, può succedere principalmente per due cause. La prima si è, perchè il fiume si divida in più rami, e la seconda, perchè si allarghi nelle parti inferiori, più che nelle superiori, purchè la larghezza sia viva.

L' una e l' altra causa però ricade in una sola, che è la diminuzione dell'altezza viva dell'acqua. Suppongasi dunque, che il fiume AD (*fig.* 20.) cammini per lo fondo CD orizzontale, coll'altezza viva AC, o BD, e che arrivato in D, o si allarghi, o si divida in più rami, dimanierachè l'altezza viva sia BE. Supponiamo però, che nel principio l'altezza dell'acqua nella parte BG, fosse DB, e che il fondo fosse continuato in DG orizzontale; sarebbe dunque l'altezza DB non viva, e perciò l'acqua in quel sito ritardata. Quindi è, che supponendo che la forza dell' altezza viva AC, sia precisamente quella che basta a tenere il fondo orizzontale, non sarà la forza BD ritardata, bastante a fare il medesimo in DG; adunque portando l'acqua materia idonea, si faranno delle deposizioni sopra DG, formandosi il fondo EF declive, che si alzerà sino a lasciare l' altezza viva BE. Ma perchè l' ostacolo DE ritarda l' acqua che sopravviene, e nell' istesso tempo l' acqua sopravveniente batte l' interrimento DE, non potendo questo sostenersi sul lato DE a perpendicolo, è necessario che si spunti l'angolo, v. g. IEL, nel mentre che l'acqua HID ritardata, permette le deposizioni, o interrimenti HID. E perchè quanto più l' acqua verso C è lontana dall' impedimento ID, tanto meno resta ritardata; perciò non si farà eguale deposizione da per tutto, ma sempre minore, e finalmente cesserà; dunque al di sopra di H, conserverà l'acqua la forza primiera, e conseguentemente manterassi il fondo orizzontale. È però da notare, che nel tempo che si formasse l'acclività HL, sminuendosi in essa l' altezza viva dell' acqua, e conseguentemente la forza, sarebbe necessario che l'acqua s'elevasse colla sua superficie; ma perchè elevandosi, e dovendo ricadere su la superficie BA, farebbe forza contro le ripe, corrodendole, allargherebbe l' alveo; perciò senza elevarsi sensibilmente, si anderebbe allargando proporzionalmente l'alveo, a misura che si andasse formando il dosso HL, ch' egli si facesse più alto, e che l' allargamento, fatto sempre maggiore, continuasse per tutta la lunghezza dell' alveo, occupata dal medesimo dosso HL; sinchè in L si formasse la cadente declive; e continuando la medesima altezza viva BE, si conservasse ancora la medesima larghezza.

COROLLARIO V.

Può darsi il caso, che un fiume abbia tanto di altezza viva d' acqua, e tanto di forza, che basti a formarsi, ed a mantenersi il fondo orizzontale; ma restando questa impedita, non possa più spingere la materia, che porta senza l' aiuto di qualche declività (come figura 16.) sarebbe il fondo AB orizzontale al pelo dell'acqua BD; ma trovandosi il fondo AB (*fig.* 15.) più basso del pelo del mare CD,

allora l' impedimento dell' acqua CB, ritarderebbe la forza dell' acqua corrente AC, che in conseguenza non sarebbe più valevole a mantenersi il fondo orizzontale; e perciò facendosi delle deposizioni, si alzerebbe il fondo, tanto che acquistasse quel pendio, col aiuto del quale potesse spingere la materia portata; e facendosi l' alveo per via di escavazione, tanto continuerebbe l' acqua ad escavare, quanto arrivasse a formarsi quella declività, che può bastare a non permettere deposizioni, ed insieme ad impedire maggior escavazione.

PROPOSIZIONE IV.

Quanto maggiore sarà la tenacità del terreno che compone il fondo del fiume, tanto esso sarà più declive.

Essendo che quanto maggiore è la tenacità del terreno, cioè il legame che hanno le di lui parti, l' una con l' altra, tanto maggiore è la resistenza, che in separarle incontra la forza dell' acqua; ne nasce, che supposta questa essere sempre la medesima, minore sarà l' effetto, se maggiore sarà la tenacità della materia; ed essendo l' effetto della forza dell' acqua, la disunione delle parti, e l' escavazione dell' alveo, ne siegue, che quanto maggiore sarà la tenacità della materia, tanto minore sarà l' escavazione, ma quanto minore è l' escavazione, tanto più resta declive il fondo dell' alveo, adunque quanto più sarà tenace la materia che forma l' alveo al fiume, tanto sarà esso più declive. Il che ec.

S' osservi però, che siccome due lime, l' una adoperata con maggior forza dell' altra, ponno egualmente sminuzzare un pezzo di ferro, abbenchè in tempo differente; così può parere ad alcuno, che l' effetto della tenacità del terreno sia solo quello di fare consumare più tempo all' acqua in escavare, ma non già d' impedire l' escavazione. Ciò però non ostante, se si considera che la tenacità nella materia in questo luogo, non solo si prende per lo legame vicendevole delle parti, ma ancora per la resistenza ch' esse fanno all' essere separate, la quale sempre è maggiore, quanto meno coopera il peso di esse, alla disunione; manifestamente apparirà, che operando questo meno ne' piani, altresì meno declivi, viene in un certo modo ad accrescersi, collo sminuire della pendenza la tenacità della materia; e che per lo contrario, facendosi minore la forza ne' piani meno declivi, può succedere, che la tenacità accresciuta, uguagli la forza dell' acqua sminuita, e così succeda, non solo maggiore consumo di tempo, ma altresì maggiore declività.

È da notare in secondo luogo, che quando in qualche caso impensato, la tenacità della materia, non s' accrescesse per la minor inclinazione del fondo, o la forza dell' acqua, per la medesima ragione

non si scemasse; allora la proposizione non si verificherebbe, che in ordine al tempo dell' escavazione, che si dovrebbe più lungo alla materia più tenace. E perchè in tal tempo può darsi il caso, che succedano altre cause, che cooperino allo stabilimento del fondo dell' alveo, a queste pure si dee avere riflesso.

In terzo luogo si dee avvertire, che la proposizione s' ha da intendere in termini idonei, cioè che la tenacità della materia non sia tanta da resistere in ogni inclinazione, abbenchè quasi perpendicolare alla forza dell' acqua, come farebbe nel marmo, o nel sasso vivo; e parimente che la forza dell' acqua non sia tale, che poste due diverse tenacità, possa superare l' una, e l' altra in qualsisia piccola inclinazione di alveo; poichè nel primo supposto, tanto potrà la forza maggiore, che la minore; e nel secondo, si renderà nell' uno, e nell' altro caso il fondo orizzontale.

COROLLARIO I.

I fiumi perciò che hanno il fondo cretoso, e di tivarro, sono più declivi di quelli che l' hanno arenoso, o limoso.

COROLLARIO II.

E perchè il continuo bagnamento contribuisce molto ad ammolire la tenacità della materia del fondo, e per lo contrario, il rasciugarsi della medesima, fatto dal Sole, accresce nella materia atta la tenacità; perciò *i fiumi perenni sono*, per tal cagione, *qualche volta meno declivi, che i temporanei* in parità di tutte l' altre circostanze.

COROLLARIO III.

Se il fondo del fiume sarà di materia così tenace, e dura che la forza dell' acqua tenti sì, ma *non vaglia a corroderla*, come se fosse composto di sasso, o di muro, in tal caso *quella declività che li sarà stata data dalla natura, o dall' arte, si manterrà sempre*, se non quanto la continuazione del corso dell' acqua, potrà qualche poco, in lunghezza di tempo consumarla; e da ciò nasce, che le cateratte interrompono la continuazione dell' alveo de' fiumi, e si conservano per secoli interi, senza considerabile mutazione. Si suppone però, che le pendenze siano tali che non permettano deposizione di materia alcuna sopra de' fondi.

COROLLARIO IV.

Se un fiume avrà il fondo in diversi luoghi variamente tenace, muterà di pendenza, sempre proporzionata alle resistenze del fondo, e perciò dove questo sarà arenoso, si faranno maggiori escavazioni, dove cretoso minori; dal che ne nascono alle volte i gorghi, e i dossi, che si vedono dentro i letti de' fiumi. Quasi ponno ridurre proporzionalmente i corollarj 3. 4. e 5. della prop. antecedente, e principalmente le loro annotazioni.

PROPOSIZIONE V.

Supponendo il fondo d' uno, o più fiumi, composto di parti staccate l' una dall' altra, come sono i sassi, e l' arena; minori saranno le declività, quando il peso specifico delle parti sarà minore.

Ciò è manifesto, perchè supposta la medesima forza nell' acqua, egli è certo che questa più facilmente, o separerà dal fondo, o spingerà avanti quelle materie, che saranno di minor peso specifico. Ma ciò facendo, abbasserà il fondo medesimo; adunque, di quanto minor peso specifico saranno le parti, che staccate l' una dall' altra compongono il fondo, tanto più facilmente questo si abbasserà, e per conseguenza si renderà meno declive. Il che ec.

COROLLARIO I.

Quindi è che *i fiumi, i quali corrono fra le montagne*, dove hanno il fondo sassoso, ivi hanno anche *maggiore la pendenza, che nelle pianure*, nelle quali i fondi per l'ordinario sono composti di pura sabbia. E similmente (1) *in que' siti, ne' quali il fondo è arenoso, le cadute sono maggiori, che in quelli ne' quali il fondo è composto di puro limo*, o belletta senza tenacità.

COROLLARIO II.

E perchè nelle parti grosse, come ne' sassi, e nella ghiara, ha

---

(1) La condizione quì aggiunta *senza tenacità* era necessaria, affinchè il caso del limo fosse compreso ne' supposti di questa quinta proposizione, nella quale si figurano le parti del fondo staccate, e non in quelli dell' antecedente, ove si supponevano avere aderenza fra loro, e col fondo del fiume. Per altro se il limo fosse così tenace, che potesse riputarsi della natura della creta, o del tivarro, allora potrebbe resistere a maggior declività di quella che soffrirebbe un fondo di pura sabbia, secondo le cose dette al corollario primo della proposizione antecedente.

molto luogo la qualità della figura (1) *allora il fondo sarà più pendente, quando la figura delle parti che lo compongono, sarà più difficile a muoversi, ed a scorrere sopra le altre.*

COROLLARIO III.

Parimente, perchè i fiumi nelle parti superiori del loro corso, hanno frequentemente gli alvei ripieni di sassi assai grossi, e conseguentemente pesanti, e di figura in oltre angolari, i quali sono sempre spinti al basso dal corso dell' acqua, o portati dentro gli alvei dalle rovine delle montagne; ed (2) osservandosi regolarmente, che detti sassi sono più grossi nelle parti più alte, vicino alle fontane, e più piccoli ne' siti degli alvei più lontani da esse; ne segue, che *de' fiumi che corrono in ghiara, la linea del fondo, anche a riguardo di*

---

(1) Nella prima edizione del libro, cra quì occorso un abbaglio, leggendosi *più facile*, qnando dee stare *più difficile* come abbiamo emendato, e come egli medesimo avvertì nell' *errata* della detta edizione.

(2) Ancorchè in questa proposione 5.ª l' antore avesse solamente preso a trattara di quella diversità, che nelle pendenze de' finmi può nascere dal diverso peso specifico delle parti che compongono i fondi sopra quali scorrono, nulladimeno nel presente corollario egli passa a considerare piuttosto il peso assoluto, che lo specifico, il che non osta tuttavia alla verità di ciò che poi si conchiude; attesochè consistendo la difficnltà di fare sdrucciolare un corpo grave v. g. un sasso sopra un piano declive nel dover egli sormontar que' risalti, che rendono il fondo aspro ed ineguale, è manifesto, che posta una medesima asprezza, e una medesima figura sferica, quella forza d' acqua che basta a fare, che un sasso di mole determinata scorra sopra quel fondo, potrà non esser bastevole a farvi scorrere un sasso di maggior mole, e dell' istessa materia, e per conseguente di maggior peso assoluto; e a volere che basti, si richiederà nel piano uña declività maggiore, onde il sasso meno abbia ad alzarsi rispetto all' orizzonte per vincere le scabrosità. E sebbene ne' fiumi al sasso di maggior mole è anco applicata maggior forza, a riguardo di esser egli investito, e spinto da maggior quantità d' acqua, si dee tuttavolta considerare, che l' aumento della forza che ha l' acqua sopra i sassi (posta la velocità eguale in tutte le parti dell' acqua cha radono il fondo) non va che in proporzione della superficie de' sassi, cioè de' quadrati de' loro diametri, laddove l' aumento del peso che si tratta d' alzare, è in ragione delle solidità, cioè de' cubi de' loro diametri, e perciò sempre è vero, che a' sassi più grossi si richiede in un medesimo fiume maggior declivo per supplire al difetto della forza dell' acqua, onde segue, che la linea curva del fondo del fiume debba esser concava dalla parte di sopra, come si conchiude in questo corollario.

In ordine poi alla natura della curva, in cni si debbono disporre gli alvei de' fiumi formati per escavazione, de' quali si tratta, risulta dalle cose dette dover ella esser tale, che in ogni suo punto equilibri colla propria resistenza alla corrosione la forza dell' acqua, che scorrendo per l' alveo tenta di corroderlo, mentre allora solo cesserà questa di escavare quando le declività di mano in mano

questa sola causa, debba disporsi in una curva concava, che nel suo progresso, sia sempre meno inclinata all' orizzontale.

COROLLARIO IV.

E perchè concorrono a questo effetto medesimo, e l' acceleramento dell' acqua per la discesa, e l' unione di più acque in un solo alveo, ne segue che *unendosi le due cause predette colla resistenza dell' alveo, resa gradatamente minore*, tanto *maggiore concavità avrà la linea del fondo*, e tanto *maggiore sarà la difformità, o differenza fra le cadute in diversi siti del fiume*.

COROLLARIO V.

Se un fiume dopo aver corso fra le montagne sopra un fondo ghiaroso, si ridurrà nella pianura a muoversi sopra un letto di arena uniforme, e porterassi al mare senza ricevere tributo di nuove acque; la linea del fondo, durante il corso per ghiara, sarà una linea curva concava, a cui connetterassi una curva convessa, competente alla qualità uniforme del terreno arenoso.

Dalle proposizioni dimostrate in questo capitolo, se ne potrebbero dedurre molte altre, tanto su i medesimi semplici supposti, quanto combinando insieme le diverse condizioni del fondo, della potenza dell' acqua ec. Ma sarà facile a chi che sia il farlo, colla scorta delle accennate verità, le quali, oltre l' essere dimostrate, sono anche osservabili in fatto, particolarmente da chi saprà distinguere gli effetti delle cause accidentali, da quelli dell' essenziali.

Tutto l' esposto di sopra concerne principalmente lo stabilimento

---

saranno disposte in maniera da pareggiare colla resistenza, che è variabile dipendentemente dalle stesse declività, la detta forza, variabile anch' essa dipendentemente, e da esse, e dalla discesa fatta, e dalle larghezze, che di mano in mano prenderà l' alveo; e perciò la ricerca geometrica di tal curvità parmi molto astrusa, e che per venirne a capo sia indispensabile stabilir prima delle ipotesi almeno verisimili in ordine alla dipendenza, o rapporto tanto delle resistenze, quanto delle velocità colle declività del piano, le quali leggi lascio a' più profondi geometri il ricercare. Avvertirò solamente, che quando in generale si trovasse la natura di tal curva, per determinarne poi i punti in ciascun caso particolare, data che fosse l' origine, e lo sbocco del fiume colla positura del piano di mezzo, sarebbe d' uopo ridurre a misura la tenacità speciale di quel terreno per cui l' alveo dovesse passare, caso che si dovessero staccare le parti della terra per formarlo, o pure il peso, la mole, e la figura de' sassi, caso che si dovesse esercitar la forza dell' acqua solamente sopra parti staccate spingendole avanti; i quali dati, parmi che sarebbero troppo difficili ad accertarsi.

degli alvei fatto per via di escavazione dell'acqua: resta ora da considerare l'altra parte, cioè come e quando si stabiliscano i fondi per alluvione, replezione, o sia deposizione di materia. E prima si consideri, che pochi sono i fiumi che portino acque chiare, cioè non mescolate con materia alcuna terrestre; posciachè i fiumi quasi tutti, almeno nelle piene, s'intorbidano. *Supposto* nulladimeno, *che le acque di un fiume fossero in ogni tempo chiarissime, queste potrebbero bene profondare, ma non riempire l'alveo proprio,* mancando loro la materia per farlo, se non quanto potrebbero le parti staccate dal fondo, o dalle ripe essere levate da un luogo, e portate in un altro o per ispinta, o per deposizione. Quindi è, che supposti gli alvei inalterabili di fondo, e di ripe, a cagione della resistenza eguale, o maggiore della potenza; le acque chiare non potranno mai in alcuna maniera mutare il sito dell'alveo, nè in profondità nè in larghezza, quantunque siano basse di corpo, ed i fondi poco, o niente declivi. Quindi è che (1) *gli scoli delle campagne, soliti a portare* per lo più *acque chiare, si conservano lungo tempo, senza interrirsi; ma entrandovi acque torbide,* abbenchè in molta quantità, come succede nelle rotte de' fiumi, *in poco tempo si riempiono di terra*. Il dire però che un fiume porti acqua assolutamente chiara, è supporre un caso, se non impossibile, almeno molto raro; perchè scorrendo l'acque per lo terreno è difficile che non s'imbrattino, e cadendo, almeno in tempo di pioggia, l'acqua di essa, giù per la gran declività delle sponde dell'alveo, non può di meno che non si svellano da esse molte parti terree, le quali perciò siano portate nell'alveo a rendere torbida l'acqua. Ed in fatti io ho osservato, che il Tesino, poco sotto la sua uscita dal lago maggiore, lascia nell'escrescenze manifesti segni di torbidezza sopra l'erbe bagnate dalla piena, i quali però non sono altro che un sottilissimo velo di belletta che le cuopre, e piuttosto fa loro cangiare il color verde, in olivastro, che detergendole, o lavandole si perde: indizio di qualche picciola torbidezza; e pure il luogo dove io ciò osservava, non era lontano cento pertiche dall'emissario del lago. Lasciando dunque di trattare di questo caso, passeremo a considerare gli effetti de' fiumi che corrono qualche volta torbidi, e che si stabiliscono il fondo co' proprj interrimenti.

Di tre sorti sono le materie portate da' fiumi; poichè altre sono spinte, sempre radente il fondo, senza incorporarsi con l'acqua, altre s'incorporano coll'acqua medesima, ed altre galleggiano. Queste ultime hanno la loro gravità specifica, minore di quella dell'acqua,

(1) La ragione di tal interrimento si adduce dall'autore nel capo XI. al §. *Ritornando*, e consiste nella troppo scarsa declività, che loro suol darsi nell'escavarne il letto, come ivi si può vedere.

ma le altre due l'hanno maggiore, o eguale. L'egualità però del peso specifico, che può trovarsi nelle materie veramente incorporate coll'acqua, quì non merita considerazione veruna; come che è cagione che esse seguitino i moti, e per così dire la sorte dell'acqua medesima; perciò nel nostro caso possono considerarsi come non differenti da essa. Resta dunque, che nelle *materie tanto spinte, che incorporate, si debba intendere una gravità specifica maggiore di quella dell'acqua;* con questa differenza però, che le prime (essendo di mole, e peso assoluto assai grande) resistono più all'essere sollevate dal fondo: ma l'altre per la picciolezza della loro mole, non ponno impedire che il moto dell'acqua non le sollevi, e mantenga quasi unite alla propria sostanza, la quale però, perdendo nella mescolanza di tanti corpicciuoli opachi la sua diafaneità si chiama torbida; mentre al contrario le altre che restano al di sotto, o al di sopra, non turbano la sostanza dell'acqua. E quì pure dee mettersi da parte un altro caso, come non addattato alla materia presente. Si trova nell'acqua (anche stagnante, ed a giudizio d'ogni senso, in riposo) un moto perenne che può tenere sollevate delle particelle di materie più dell'acqua gravi; le quali perciò restano unite al corpo dell'acqua medesima, come sono i rameuti de' sali, delle tinture, e di altre simili sostanze. Queste non si separano da essa che col mezzo dell'evaporazione, o precipitazione; o con gran lunghezza di tempo, come succede alle parti tartaree che trovandosi nell'acqua, anche limpidissima, delle fontane, incrostano per di dentro i loro condotti, e qualche volta empiendoli quasi affatto, serrano la strada al passaggio dell'acqua; di queste dunque noi non abbiamo da parlare; come che per lo più seguitano il moto dell'acque, o se talora si depongono, ciò è in un caso straordinario, che però ne' fiumi non fa regola alcuna; oltrecchè, se si volesse discorrerne, sarebbe necessario prenderne i principj, forse dal più astruso della fisica, e della chimica.

Le materie pesanti che non ponno se non con violenza separarsi dal fondo, per lo più sono sassi, e ghiare, ed in qualche caso arene assai grosse, oltre altre materie che per accidente possono trovarsi ne' letti de' fiumi; queste rare volte sono sbalzate in alto dall'acqua (il che succedendo, quasi immediatamente, precipitano al fondo) ma bensì sono spinte, o lateralmente, o al lungo del corso, o pure cumulate in un luogo; dal che ne nasce, sì la varietà, e sempre costante mutabilità degli alvei de' fiumi che corrono in ghiara; sì quel continuo corso, non solo di acqua, ma di sassi all'in giù, che rende maraviglia a chi osserva, ciò sempre succedere, senza che perciò i fondi si elevino. Ed in fatti sembra a prima vista difficile da concepire, che dalle rupi vicine, continuamente si svellano sassi, e siano

portati negli alvei de' fiumi, da' quali mai non escono, che alle volte per opera umana, e contuttociò non oltrepassino un certo sito, assegnato a ciascun fiume dalla natura, o sia dalla combinazione delle cause che concorrono a questo effetto; senza però formarsi negli alvei montagne di sassi, come pare a prima vista, dovrebbe succedere a riguardo della loro abbondanza.

Se però si considererà la natura delle arene, che nient'altro sono che pezzetti di sasso stritolato, siccome i sassi molte volte sono composti di arene insieme unite; ed in oltre, se si osserverà, che la forza dell'acqua opera contro di essi, continuamente col suo corso, spingendoli a percuotersi, ed a farli scorrere l'uno sopra l'altro, (al che va necessariamente congiunto un continuo sfregamento, mediante il quale si vanno perpetuamente logorando vicendevolmente: come ne fa piena fede il continuo mormorio che si sente ne' fiumi, i quali corrono in ghiara: effetto non tanto del moto dell'acqua che urta, e si rompe in essi, quanto del reciproco dibattimento de' sassi) e di più, se si avvertirà alla gran copia de' rottami, alla pulitura che ricevono, ed a molti altri manifesti segni di logoramento, che si riscontrano nelle ghiare de' fiumi; se dico, tutto ciò si considererà, facilmente si potrà credere, che i sassi continuamente si disfacciano in arene, e che richiedendosi al loro intero consumo una quantità determinata di questo sfregamento (che in un certo grado, porta seco una determinazione di tempo, e di spazio) venga tutto ciò terminato dentro il sito, che sta di mezzo fra il principio del fiume, e l'ultimo limite delle ghiare.

Per esempio supponiamo che un sasso, sfregandosi con un altro (come farebbe sopra una ruota da pulire) con un certo grado di velocità, arrivasse ad essere interamente consumato, dentro lo spazio di un giorno; certa cosa è, che nel medesimo tempo si consumerebbe, se esso fosse mosso seguitamente per un piano, che fosse tanto lungo, quanto richiede la velocità dello sfregamento reciproco d'un sasso, con l'altro (se però la forza, e l'asprezza fosse nell'uno, e nell'altro caso eguale) e che non si varierebbe l'effetto, se tal logoramento succedesse interpolatamente, purchè la quantità del tempo fosse d'una giornata. Varierebbesi bene, se, o il moto, o il tempo, o la durezza, o la grandezza del sasso, o l'asprezza del piano, si alterassero; o se mancasse il piano medesimo, sul quale si fa lo sfregamento, prima che il sasso fosse intieramente consumato.

Essendo dunque nel fiume una forza determinata, che cagiona una determinata velocità nel moto de' sassi; ed essendo che questi hanno una grandezza, e durezza limitata, che ordinariamente non oltrepassano (potendo però avere l'una, e l'altra minore) ne siegue, che la velocità del moto impresso dall'acqua ne' sassi, dovrà richiedere

un tempo determinato, che sia proporzionato alla durezza, grandezza ec. de' sassi medesimi, per interamente stritolarli; e perciò, altresì dovrà essere determinata la lunghezza dello spazio, necessario per l'effetto medesimo, come che questa è figlia della velocità, e del tempo. Non è dunque maraviglia, se ne' fiumi si riconoscono i limiti delle ghiare, e se gli alvei non si riempiono, per lo continuo entrarvi di queste; essendo equilibrata, per così dire, la quantità di esse che giornalmente entra nell'alveo, col consumo che se ne fa. È ben facile anche l'intendere, perchè alcuni fiumi portino le loro ghiare sin dentro il mare; allora, cioè, quando viene a mancare lo spazio addimandato dalle altre circostanze, per stritolarle in arena.

Sminuendosi adunque continuamente la mole de' sassi, e rendendosi con ciò, l'alveo sempre meno declive (come si è detto *nel corol. 3. della prop. 5. di questo cap.*) ne segue, che un sasso, il quale sotto una mole maggiore, contrastando alla forza dell'acqua, poteva sostenersi in un alveo più declive; ridotto poscia ad una mole minore, ceda all'impeto della medesima, lasciandosi spingere all'in giù, sino a trovare quella declività, che resti proporzionata alla diminuzione della di lui mole. Quindi è, che (1) ne' fiumi in ghiara succedono continue escavazioni, ed altresì continue replezioni; ma così attemperate l'una con l'altra, che ne resta il fondo stabilito; dimanierachè alterato che sia da cause accidentali, o in soverchia escavazione, o in soverchia replezione, ben presto si ristabilisca, per l'efficacia delle cause perpetuamente operanti; è perciò, se l'alveo di un fiume in ghiara, sarà meno declive di quello porti la sua natura; non mancandoli materia per cagionar replezione, eleverassi nel fondo in maniera da acquistarsela; ed avendola più del bisogno, ne seguiranno escavazioni proporzionate, sino al termine nel quale si pareggino le forze delle cause escavanti, con quelle delle resistenti.

---

(1) Per escavazione s' intende qui non già il distaccamento delle parti salde del fondo, su cui posano le ghiaie, ma il trasporto delle medesime ghiaie al tratto inferiore (che forse più propriamente direbbesi espurgazione, o disgombramento) siccome per replezione s' intende il succeder che fanno altre ghiaie nel luogo lasciato da quelle, e questi due effetti sono quelli, che fra loro si attemperano per tal modo, che il letto venga a stabilirsi in quella pendenza che gli è necessaria. Ove poi per cagioni accidentali tal pendío venisse a sconcertarsi, se egli fosse scemato, si poserebbero stabilmente sul letto altri sassi fino a restituirgli la primiera inclinazione, servendo essi di letto a quelli che vi scenderebbero per l'avvenire; e se si fosse aumentato, allora si distaccherebbono dal fondo quelli da' quali saldamente era lastricato fino al detto segno, e non più oltre. Tali escavazioni, e replezioni, che si chiamano continue, non debbono però esserlo, se non per quel tempo in cui l'acqua ha forza bastevole a spingere le dette materie, che posano sopra il fondo.

E qui cade in acconcio di dimostrare un' altra proposizione, che contiene (1) un caso possibile a succedere ne' fiumi che corrono in ghiara.

PROPOSIZIONE VI.

Se un fiume che corra sopra un fondo, che resista all' escavazione richiederà tanto tempo per compirla sino al segno che richiede la propria forza, e permette l' inclinazione dell' alveo, e che prima d' esser essa compita, sia portata nell' alveo altra materia della medesima natura; anderà il detto fiume continuamente scavando il suo fondo, che sarà stabilito fra due termini, l' uno determinato dalla massima altezza, che può farsi per replezione; l' altro dalla massima bassezza fatta nell' escavazione.

(2) Sia il fondo AB quello, che a riguardo della forza dell' acqua e della condizione della materia ec. si chiama stabilito; e sia sopra di esso la materia contenuta nel triangolo ABC, della medesima natura di quella, della quale è composto il fondo AB; egli è evidente, che correndo l' acqua con una forza determinata per lo fondo CB, potrà escavarlo; ma perchè tal escavazione non può farsi istantaneamente, ma per lo supposto, richiede molto tempo, poniamo che l' acqua corrodendo abbia scavato il fiume sino in DB, ma non sia giunta alla AB; e che arrivata l' escavazione a detto termine, sia allora portata dentro il fiume, v. g. da' torrenti influenti, altrettanta materia, che basti a rimettere di nuovo in essere la pendenza CB: Continuando dunque la medesima forza d'acqua, tornerà a farsi l' escavazione, e se di nuovo arrivata sino in DB, sarà riportata nuova materia nel fiume, di nuovo si tornerà ad escavare, e così successivamente. Supponiamo perciò che la pendenza DB sia quella, alla quale può giungere l' escavazione, durante il massimo intervallo di tempo, tra l' uno ingresso, e l' altro della materia nell' alveo AB; adunque non si arriverà mai coll' escavazione alla pendenza AB; ma solo al più alla DB. Parimente supponiamo che CB sia la massima altezza che può fare, detratte le escavazioni, la materia ch' entra nel fiume adunque la

(1) È da avvertire, che l' autore poco dopo, cioè nel corollario 6.° della proposizione 6.ª vuole che sotto questo caso si comprendono eziandio tutti que' fiumi, che hanno il fondo composto di parti staccate fra loro, cioè *sassi*, *ghiaia*, ed *arena*; e in fatti la dimostrazione che ne adduce, si può applicare non meno alle sabbie grosse, che ad altre più grevi materie, che si depongan sul letto senza attaccarvisi.

(2) Cioè a dire, sia quello che la natura esige per quel tal fiume, e che attese le dette circostanze si stabilirebbe, se ella avesse tempo bastante a stabilirlo, prima che nel fiume fosse portata nuova materia agli interrimenti.

declività non oltrepasserà mai la CB; e perciò il fondo sarà stabilito, o più tosto anderà librandosi tra le due declività CB, DB. Il che ec.

Non si può pensare che entri più materia nel fiume di quella, sia smaltita coll' escavazione fatta del fondo; e per conseguenza che questo debba sempre elevarsi. Perchè supposto che ciò succeda, è chiaro che la declività si renderà sempre maggiore; e perciò la materia sarà disposta a cedere più facilmente alla forza dell' acqua, che anch' essa si accrescerà; onde maggior quantità di materia si smaltirà in un dato tempo. Accrescendosi dunque lo smaltimento di detta materia, finalmente si arriverà ad una elevazione, nella quale si pareggerà il consumo con l' entrata; e tale suppongo, che sia l' inclinazione CB.

Avvertasi, che se bene per l' escrescenza del fiume, e per l' abbassamento dell' alveo, la forza dell' acqua non può essere la medesima (siccome ne meno è la medesima la quantità della materia portata via nella piena, per l' alveo più declive CB, e la portata via, cessata la piena, per l' alveo meno declive DB) non dimeno tutto ciò può ridursi ad una medietà aritmetica, nella quale gl' eccessi compensino i difetti; e può supporsi che l' escavazioni siano proporzionali a' tempi, ne' quali saranno state fatte; posciachè negl' estremi, torna la medesima cosa.

COROLLARIO I.

Perchè adunque l' entrata della materia grossa ne' fiumi, suole succedere, per l' influsso de' torrenti nelle loro piene; ne segue, che in tal supposto, *quanto maggiori saranno gl' intervalli di tempo, tra l' una piena, e l' altra de' torrenti tanto meno declive sarà l' alveo del fiume*.

COROLLARIO II.

Similmente, perchè le piene de' torrenti, quanto sono più grosse, e di maggior durata, riducono ancora maggiore quantità di materia ne' fiumi, perciò *quanto le piene saranno minori, e più corte di tempo, tanto meno sarà declive il fiume*.

COROLLARIO III.

Parimente, essendo che quanto maggiore, e di più lunga durata è la piena del fiume, tanto più opera in escavare il proprio fondo, ne segue, che *quanto più lunga, e maggiore sarà la piena del fiume, tanto meno declive sarà il fondo di esso*. Dipendendo perciò la piena del fiume, tanto nella durata, quanto nella grandezza, dalle piene de' torrenti; e facendo la prima maggiore escavazione, e le seconde maggior riempimento; bisogna osservare, come s' attemperi una

causa coll' altra, e giudicare la qualità dell' effetto, a misura di quella che prevalerà.

COROLLARIO IV.

(1) E *quanto maggiore di corpo sarà l' acqua ordinaria del fiume, sarà ancora tanto meno declive l' alveo;* quali declività tanto in questo, quanto ne' corollarj sopradetti, si devono intendere in tempi omologi, come ancora la minima di tutte.

COROLLARIO V.

Parlando *de' fiumi temporanei*, dentro i medesimi supposti, *gli alvei tanto meno saranno declivi, quanto più breve sarà il tempo della loro aridità, o in cui saranno esausti d' acqua.*

COROLLARIO VI.

Abbenchè questa proposizione principalmente si verifichi ne' fondi composti di parti staccate l' una dall' altra, come sassi, ghiara, ed arena; nondimeno può applicarsi in qualche maniera a' fiumi temporanei, che depongono nel fine delle loro piene materia limosa, e che si rende tenace per l' essiccazione fatta dal Sole. Ho detto *in qualche maniera*, perchè ordinariamente *la materia limosa*, che è quella che riceve tenacità dall' essiccazione, *non si depone che con una gran diminuzione di velocità, che appena si riscontra nell' acqua de fiumi*. Quando però vi si deponesse, per qualche accidentale cagione, caderebbe sotto i supposti di quest' ultima proposizione.

Le materie poi che s' incorporano alla sostanza dell' acqua, sono arene sottili, parti terree, ed altre di simile natura. Sono queste non spinte, come le ghiare; ma sollevate dal fondo, e portate sino all' ultima superficie dell' acqua; abbenchè il loro peso specifico

---

(1) Da ciò si deducie non essere per sentimento dell' autore limitato il tempo, in cui la forza dell' acqua è capace di spignere le materie sciolte, e staccate che stanno sul letto, al solo stato delle massime escrescenze del fiume, ma potersi tal' effetto aspettare in qualche grado anco nello stato ordinario dell' acqua; e con ragione, potendo in tale stato rimanere ad essa tanto di forza, che equivaglia a quella delle piene di un altro fiume, poste eguali tutte le circostanze che debbono concorrere al detto effetto. E quindi anco si può inferire, che in tale supposizione, un fiume perenne sarà sempre meno declive d' un temporaneo, ancorchè questo fosse eguale a quello di forza a' tempi delle massime piene dell' uno, e dell' altro, atteso che nel perenne più lungo tempo durerà l' azione dell' acqua in tal grado, che basti a scemar la pendenza con isgombrare le materie deposte.

superi quello del fluido, al quale perciò non sono unite, per la gravità uniforme; ma solo per la violenza del moto, e per la resistenza che trovano le loro superficie al discendere, impedite dalla viscosità dell'acqua medesima; in quella maniera per appunto che i vapori acquei si sollevano, e stanno sospesi lungo tempo nell'aria, come si è spiegato *nel cap.* 4. Quindi *acciocchè le particelle di terra restino unite all'acqua, si ricerca un certo grado di agitazione proporzionato al loro peso, mole, figura, e superficie*, cessando il quale, cominciano a discendere, ed a lasciar l'unione che prima aveano colle parti dell'acqua. Dal che ne nasce, *richiedersi maggiore agitazione per tenere unite all'acqua le parti più grosse, e pesanti, che le più sottili, e meno gravi*. L'agitazione parimente, o è la velocità dell'acqua esercitata lungo il corso del fiume, o pure i moti vertiginosi, fatti su un piano verticale, cioè dal fondo alla superficie, e da questa al fondo; o pure su un piano orizzontale, o inclinato, come s'osserva ne' vortici. Nè può negarsi, che questi ed altri moti disordinati non operino (tanto a corrodere il fondo, e le ripe, quanto a tenere sollevata la materia) molto più di quello, possa la velocità esercitata per la linea di direzione del fiume; nulladimeno, perchè i moti sregolati non ponno comprendersi sotto regole semplici, ci contenteremo in questo luogo di considerare l'azione della sola velocità predetta: e ciò faremo tanto più giustamente, quanto che i moti predetti irregolari, sono ordinariamente più, o meno vigorosi, quanto maggiore, o minore è la velocità del fiume.

Dipendendo adunque, come si è detto nel capitolo antecedente, la velocità dell'acqua de' fiumi, o dall'altezza del proprio corpo, o dalla discesa; ed essendo, secondo l'uno, e l'altro principio, più veloce l'acqua in un luogo che nell'altro; ne segue, che una parte dell'acqua può essere così veloce che possa sostenere materie più grosse, e più pesanti; e che un'altra non basti per portare le più sottili, e leggiere. Quindi è, che *dove i fiumi sono più veloci, cioè nel filo dell'acqua, si mantengono più profondi; e dove hanno meno di forza, si fanno delle alluvioni*, e deposizioni di materie più grosse. E questa è la ragione, per la quale *nelle parti convesse delle tortuosità de' fiumi si generano spiaggie, o arenai, e dalla parte opposta restano corrose le ripe*. Dal medesimo principio deriva pure, che per lo più ne' fiumi che hanno acque più veloci verso il fondo, che alla superficie, le arene più grosse non si alzano al pelo dell'acqua, dove giunge la sola terra, e perciò le *alluvioni che si fanno sulle restare* o golene, *sono di natura molto differente*, quanto alla materia, *da quelle che succedono dentro l'alveo*; e similmente *le bonificazioni fatte regolatamente*, e col *prendere l'acqua torbida verso la superficie, sono molto più fertili di quelle che sono state fatte a*

fiume aperto, e con prendere l'acqua dal fondo dell'alveo. Non vi è dubbio, che continuandosi in tutte le parti del fiume quel moto che rendesi necessario per tenere sollevata la torbida, non mai si deporrebbe essa, e sarebbe portata coll'istesso moto dell'acqua sino all'ultimo termine; ma rallentandosi l'agitazione, è ben chiaro che le materie eterogenee mischiate all'acqua, si deporranno successivamente secondo la loro gravità; e perciò *sboccando fiumi torbidi in lagune, o paludi, le interriscono*, e fanno che il terreno si manifesti in più luoghi, ne' quali prima non si osservava ch'espansione di acqua.

Per la stessa ragione *gli alvei de' fiumi*, ne' luoghi, ne' quali sono *larghi più del dovere, s'interriscono alle sponde, ristringendosi l'alveo a quella capacità che è richieduta dall'abbondanza dell'acqua che vi scorre;* il che anco fanno nelle paludi ec. facendosi l'alveo dentro gl' interrimenti medesimi. E perchè rare volte un fiume scorre sempre con la stessa violenza, osservandosi maggiore velocità nelle piene maggiori, che nelle minori; e parimente nel colmo della piena, più che nel crescere, o cessare della medesima, in parità di circostanze: quindi è, che *correndo l'acqua torbida per un alveo con poca velocità, seguono interrimenti nel fondo*, ed alle volte tali che cessata l'escrescenza, il letto del fiume si vede mezzo ripieno, e fa dubitare a chi è poco pratico della natura de' fiumi, ch'esso non possa essere capace di una piena maggiore; seguendo poscia la quale, di nuovo si scava alla primiera profondità. Perciò, se bene *un fiume* può scorrere al suo termine sopra d'un fondo affatto orizzontale (1) *portando* però *acqua torbida*, se non avrà esso tanta altezza di corpo d'acqua da tenere la terra sempre incorporata, *necessariamente dovranno seguire delle deposizioni*, le quali anderanno sempre crescendo, sino ad acquistare quel pendio, che più non può resistere alla forza dell'acqua, acciocchè non porti via la materia, che per altro resterebbe deposta sopra la di lui linea; e perciò (2) *nelle piene minori si mutano le cadute, accrescendosi; e nelle maggiori, sminuendosi.*

---

(1) L'altezza di corpo che quì richiede l'autore, affinchè non seguano deposizioni, è necessaria o in quanto con essa suol'andar congiunta maggior velocità (che è quello che principalmente quì si considera) o in quanto la maggior copia dell'acque, che non suol'esser disgiunta dalla maggior altezza, può sostenere maggior quantità di terra, che è quello di che egli passa a ragionare poco dopo nel §. *Non è la sola*.

(2) Ciò che qui si dice del mutarsi le cadute, o sia le pendenze nelle varie piene d'un medesimo fiume, non è diverso da quello che si è conchiuso nelle proposizioni precedenti, e ne' loro corollarj in proposito delle materie sciolte, che scorrono sul fondo de' fiumi, senza incorporarsi coll'acqua, se non in ciò, che allora si esaminava come si formino le pendenze a' fiumi mediante l'escavazione, o piuttosto l'espurgazione delle dette materie, e quì si considera come i fiumi

Da ciò che sin ora si è detto, evidentemente apparisce, rendersi inutile qualunque opera umana, che tenti di accrescere, o scemare le dovute pendenze a' fiumi torbidi; posciachè, se non s'inducano nuove cause perpetuamente operanti, accresciute che sieno dette pendenze, succederanno nuove escavazioni, e sminuite, nuove deposizioni; e perciò nel mutare il letto a' fiumi per via di cavi, si deve ben avvertire la caduta, che ha un termine sopra l'altro, e paragonarla alla necessità del fiume, ed alla situazione della campagna, per non incorrere in quegl' errori, che per simili inavvertenze hanno spesso fatto, e fanno lagrimare le provincie intiere, a causa dell'alzamento seguito ne' fondi degli alvei, dell'impedimento degli scoli delle campagne, e dell'innondazione delle medesime. Dissi, *se non s'inducano nuove cause perpetuamente operanti;* perchè in tal caso potrebbe anche perpetuarsi l'effetto, perciò in proposito di volere sminuire le pendenze, potrebbe giovare, essendo praticabile il ristringimento dell'alveo ad un fiume, o l'unione di più acque in un alveo medesimo. E quando le cadute siano troppo precipitose, è comune la pratica di traversar loro l'alveo con chiuse, o pescaie, per far elevare i fondi, ed impedire il dirupamento delle ripe; nel qual caso si tolgono bene alcuni de' cattivi effetti, che partorisce il soverchio profondamento del fiume, ma le cadute in poco tempo si ristabiliscono a misura della necessità dell'alveo. Solo ad accrescere realmente le cadute, può contribuire la diversione dell'acque, o l'allargamento dell'alveo, quando possa mantenersi in tale stato.

Quale sia il grado di velocità, che può bastare per tenere sollevata la materia arenosa nell'acqua; e quale la materia semplicemente terrea, è difficile da determinarsi. Egli è ben evidente, che (1) *il Pò*

---

acquistino le pendenze per la deposiziono di que' corpi più tenui, cho scorrono mescolati coll' acqua. Poichè dunque le arene de' fiumi, se sono delle più grevi si riducono alla prima delle dette due specie di corpi, e se delle meno grevi alla seconda, e poichè si è veduto che nell' uno, e nell' altro caso le piene maggiori d' un medesimo fiume hanno forza di accomodare il letto a minor pendenza di quello che facciano le minori, ne segue che generalmente ne' fiumi che portano sabbia, se si misurerà la loro pendenza ne' tempi diversi, potrà questa trovarsi alquanto diversa, secondo il diverso grado delle ultime piene, che per essi saranno corso, purchè tutte lo altre circostanze siano pari; ma tuttavia tal diversità sarà ristretta dentro certi limiti, corrispondenti alla massima, e alla minima forza che possano aver avuta le dette pieno nel produrre tali effetti; e però in questo, e non in altro senso si può intendere, che un fiume arenoso arrivi a stabiliro la declività del suo letto.

(1) Cho il Pò abbia nelle massime piene 35 piedi d' altezza lo aveva eziandio detto l' autoro più sopra nel §. *Similmente* di questo capo 5, e forse lo dedusse dalle misure preso in quel fiume al Ponte di Lagoscuro nella visita delle acque dei due Cardinali d' Adda, e Barberini dell' anno 1693, nella quale occasione (essendo

il quale nelle sue massime piene ha trentacinque piedi di altezza viva di acqua, non permette che nel suo letto si faccia deposizione veruna, sopra il fondo già stabilito. Che (1) il *Reno*, ed il *Panaro*, *i quali non hanno che nove, o dieci piedi di altezza, depongono l'arena sino però a formarsi il pendio, rispetto al Reno, di tredici in quattordici oncie di caduta per miglio; ma non lasciano già la terra, ne meno l'arena sopra detta pendenza*. È ancora probabile, che *l'arena medesima possa andare col lungo corso de' fiumi*, così assottigliandosi, *che possa paragonarsi colla terra*; se pure l'una, e l'altra non sono una stessa sostanza, cioè l'una più semplice, l'altra più composta; ed in fatti si vede che le arene del mare, le quali non sono altro che le portativi dentro da' fiumi, sono sottilissime, e tanto più, quando provengono da' fiumi maggiori, e di corso più lungo; il che essendo vero, tanto minor forza addimanderebbero per non deporsi, siccome anche minore la richiede il limo sottile; e perciò pochi sono i fiumi, i quali lo depongono nel proprio letto fuorchè in poca quantità, e per cause affatto accidentali.

Non è la sola agitazione dell'acqua quella che concorre a tenere sollevate le arene; avendovi anche gran parte la copia delle medesime. Per intelligenza di ciò, si consideri, che siccome il moto dell'aria può ben fare ascendere, e tenere sospesi i vapori, ma non in

---

il Pò in grande altezza) si trovò il suo massimo fondo più basso appunto 35 piedi bolognesi in circa de' segni delle sue piene maggiori. Ma che tale altezza fosse viva, vi ha luogo a dubitarne, atteso chè nè in quell'occasione fu ritrovata una tanta profondità in alcun altro de' diversi scandagli fatti in quelle vicinanze, dove la larghezza è assai uniforme, nè dopo in altre osservazioni replicate in que' contorni gli anni 1716, 1720, 1721, 1729 è mai stato trovato fondo così basso, con tutto che fra segni delle massime piene succedute nel tempo di mezzo non si sia riconosciuto divario di alcun momento. È ben vero, che in queste più fresche osservazioni si è ivi ritrovato qualche aumento di larghezza sopra quella che allora fu misurata di piedi 700, e che l'autore ha riferita nel detto §. *Similmente*.

(1) Che che sia della vera altezza delle piene del Reno, qui ed altrove mentovate dall'autore, e di quelle eziandio del Panaro (intorno a' quali fiumi dopo il tempo in cui egli scrisse, si sono fatte nuove, e più accertate osservazioni) la pendenza che egli dà al primo di 13 in 14 oncie per miglio è scarsa, anzi che no, anche attese quelle sole livellazioni che egli poteva aver vedute, e in fatti i detti due Cardinali nella relazione, o voto che diedero intorno al recapito di quel fiume, la stabilirono col fondamento delle dette livellazioni di oncie 14, e due terzi, o di 14, e tre quarti, e da altre osservazioni che poi sono state fatte nelle susseguenti visite è risultata forse anco alquanto maggiore. Tali divarj si ponno attribuire in parte allo fallacie delle misure, ma fors'anco in parte si debbono riconoscere da' diversi stati di pendenza, che il fiume può aver avuti in diversi tempi, secondo i varj gradi di quelle ultime piene, che precedettero le osservazioni che ne furono fatte.

ogni quantità che si trovino; e perciò è necessario, che cumolatane una gran copia, finalmente ricadano in pioggia; così l'acqua mediante l'agitazione che si trova avere, non può sostenere qualsivoglia quantità di parti più gravi di essa ma devono essere limitate, non tanto dal grado, che dalla somma del moto, che si trova nella medesima. Quindi è, che il grado dell'agitazione corrisponde alla grossezza, o sottigliezza delle parti; e la somma del moto al numero, o quantità delle parti medesime. Può darsi perciò il caso, che il grado, o velocità dell'agitazione, non sia potente a sollevare, e sostenere un grado di arena; ma sminuzzato che sia, resti esso sospeso nell'acqua; non sarà però il medesimo grado valevole a sostenere infinite granella della medesima misura, se non s'intenderanno essere dell'acqua infinite le parti, e per conseguenza infiniti gradi di moto rispetto al numero, ognuno de' quali sostenga un grano di arena. Egli è perciò necessario che il numero di qnesti sia limitato, e proporzionato alla somma del moto che si trova in una certa quantità di acqua; o pure, se così dir vogliamo, in una sezione di un fiume.

È facile assicurarsi di ciò coll'esperienza; poichè presa una quantità di acqua dentro di un vaso, ed agitata questa con nn moto sempre uniforme (il che si può ottenere con diversi artificj) se a detta acqua sarà infusa della polvere, si vedrà che sul principio si mischiarà ella con l'acqua, la quale perciò diverrà torbida: ma se continuerassi ad aggiungere sempre altra quantità della polvere medesima, si vedrà ch'essa non si mescolerà più con l'acqua; ma caderà al fondo del vaso, al che può concorrere, non solo la defficienza della quantità del moto necessario a sostenere la quantità della terra aggiunta, ma ancora la vicinanza delle parti medesime, che facilmente nnendosi insieme, formino nna mole più pesante, che richiede un grado d'agitazione maggiore, per essere tenuta sospesa nell'acqua. Per l'una, e per l'altra dunque delle suddette ragioni, egli è evidente, che quantunque il grado del moto possa sostenere più parti di terra incorporate all'acqua, non potrà sostenere però tutta quella quantità, che a lui sarà somministrata; e perciò può darsi il caso, che in un fiume sia portata tanta quantità di terra, che l'acqua di esso non possa portarla via, se non in un tempo determinato: incidente che porge motivo alla seguente proposizione, i supposti della quale, se bene di rado accaderanno, non sono però impossibili.

PROPOSIZIONE VII.

(1) *Se ad un fiume sarà somministrata*, v. g. *da' torrenti influenti*,

(1) Con tutta ragione ha detto l'autore, che di rado verrà il caso che si

tanta quantità di terra, o di arena, che non possa tutta incorporarsi con l'acqua di esso; si deporrà ella, ed alzerà il fondo, ma cessato l'influsso de' torrenti, la terra deposta sarà corrosa, e portata via dal corso del fiume. E se a far ciò, si richiederà più tempo di quello intercede fra un influsso, e l'altro de' torrenti, non potrà il fondo del fiume ridursi a quella minore declività, che addimanda la forza dell'acqua, e la resistenza della materia che compone il fondo; ma si stabilirà fra due termini, l'uno de' quali sarà quello che compete alla massima corrosione, che può fare il fiume in detto tempo, l'altro sarà quello che è limitato dal massimo alzamento, che può fare la materia portata in esso.

Io non istimo necessario il dimostrare a parte questa proposizione, potendo applicarsi ad essa proporzionalmente la prova *della prop. VI. di questo capitolo*, dalla quale non è in altro differente, che nel supposto della materia portata da' torrenti nel fiume; ed a questa proposizione possono applicarsi i corollarj, ed annotazioni fatte a quella. Solo si può avvertire, che tanto è più facile la corrosione della materia in questo caso, quanto essa non ha bisogno per essere corrosa, di essere spinta radente il fondo del fiume, ma può incorporarsi all'acqua la quale, se bene entrasse chiara nell'alveo del fiume, nulladimeno per tal corrosione s'intorbiderebbe, e per ciò difficilmente verrà il caso, se non accidentalmente che nel tempo che corre tra l'una piena, e l'altra de' torrenti, non sia compita la corrosione, e stabilito il fondo.

Questa proposizione ancora si verifica in parte, in que' casi ne' quali le piene de' fiumi, nel suo maggior colmo fanno delle deposizioni, che poi sono levate, nel calare delle medesime; o in acqua

---

verifichino i supposti di questa proposizione, perciocchè l'acqua del fiume potrà ordinariamente sostenere quantità assai maggiore di terra, o d'arena sottile di quella che possa esserle somministrata da' suoi influanti. E nel vero se un influente con quel grado di velocità, e di agitazione, di cui egli è dotato, si suppone poter pur sostenere, e portare quella quantità di terra che egli porta, e con essa entrare nel fiume recipiente, appena si può dubitare, che la medesima quantità di terra non possa esser sostenuta dal recipiente, che per l'ordinario suol essere fiume, e più copioso d'acqua, e dotato di eguale, o di maggior grado di velocità per la sua maggiore altezza viva, la quale velocità dovrà poi anco aumentarsi col ricevere che egli farà le acque dell'influente. Non pare dunque possibile questo caso, se non ove il recipiente fosse assai tardo di moto, e particolarmente ove fosse impedito dal rigurgito del mare, ma allora è difficile che abbiano luogo gli altri supposti di questa proposizione, cioè a dire, che l'impedimento duri sì lungo tempo, che la materia deposta non sia stata frattanto portata via dal fiume, prima che sopraggiunga altra piena del torrente, come l'autore ha avvertito nel §. *Io non istimo*, che segue appresso.

ordinaria, cessando le canse che hanno cooperato, a fare dette deposizioni; e perciò non bisogna maravigliarsi, se alle volte si vede un fiume basso corrodere l'arena, che tal'uno crederebbe dovesse essere stata portata via; non deposta dal fiume più alto; perchè (1) in alcuni luoghi si fanno per cause accidentali, delle alluvioni nelle piene, che per altro non succederebbero fuori di esse, come a suo tempo si spiegherà.

Rispetto finalmente alle materie che sono portate a galla dall'acqua, queste meritano poca considerazione: posciachè se esse non s'uniscono col fondo, o con le ripe, si depongono nelle golene, o pure sono portate sino all'ultimo sbocco. Tal volta però cessando l'acqua ne' fiumi temporanei, restano esse nel fondo, o nelle spiagge del fiume; ma sopravenendo nuov' acqua, di nuovo si alzano a galla, e seguitano il corso della medesima, sempre nella parte, che è più veloce, cioè nel filone; salvo che talvolta, secondo la loro diversa condizione, o si framischiano alle deposizioni terree, e servono ad accrescere la resistenza del fondo; o se sono rami d'arbori, e capaci di farlo, s'abbarbicano, e radicano nel fondo o nelle sponde, e talora lo fanno così stabilmente che servendo d'un considerabile impedimento, mutano la direzione al corso dell' acqua, o scostandolo, o stringendolo contro una ripa. Lo stesso succede per cagione de' semi delle piante, che portati dall' acqua, e deposti in qualche luogo idoneo nascono e vegetano, o vestendo d'erba le sponde de' fiumi, e con le radiche sostentandole, che non dirupino; o imboscando le golene e le scarpe delle ripe dell' alveo, e le spiagge medesime, cagionando con ciò diversi effetti, ora utili, ora nocivi. Rare volte però, e forse non mai, succede che le materie gallegianti sopra l'acqua, alterino considerabilmente, e stabilmente la positura del fondo; abbenchè molte volte mutino la situazione delle ripe.

(2) Dalle cose sin ora dette, concernenti le deposizioni delle materie portate dall' acqua, si potrebbero dedurre alcune altre proposizioni, ma queste ricaderebbero nelle dimostrate di sopra, in proposito dell' escavazione; poichè egli è evidente, che se si facessero deposizioni maggiori di quelle che sono permesse dalle cause escavanti,

---

(1) Vedine gli esempi, e le spiegazioni nel capo 10 §. *Abbiamo di sopra*, e §. *lo stesso accade*.

(2) In proposito de' letti de' fiumi stabiliti per deposizione di materia, potrebbe nascere una difficoltà, ed è che essendo questo caso comune, più che altrove nella pianura, dove i fiumi trovando luoghi bassi, e paludosi gli hanno ugualiati colle alluvioni, e fra questi si sono formati un letto con quella tenue pendenza, che secondo la dottrina dell' autore poteva per l'appunto bastare a dar luogo alla velocità necessaria a non deporre più oltre la terra, o l'arena, ed essendosi detto, che appunto ove la pendenza è così scarsa, la cagione di cui le

comincerebbero queste ad operare; e tanto più facilmente, quanto che minor forza si ricerca per corrodere la materia deposta, come senza tenacità, che a staccare le parti d' un fondo antico, le quali rare volte saranno prive d' ogni legame colle vicine, e perciò torna lo stesso, o considerare il fiume stabilito per via di sola escavazione senza alcuna deposizione, o pure per sola deposizione, senza alcuna escavazione; mentre nell' uno e nell' altro caso la forza dell' acqua tralascia di escavare, perchè la resistenza della materia che compone il fondo, unita alla poca declività della di lui linea, la impedisce di ulteriormente operare.

Abbiamo fin ora addotte le cause che concorrono a stabilire la situazione del fondo; resta ora per compimento di questo capitolo, da determinare il principio, dal quale vien regolata la distanza delle di lui parti dal centro della terra; attesochè ponno due fiumi avere nel fondo una situazione affatto uniforme, sì nella lunghezza, che nella degradazione delle cadute; ancorchè le parti simili degli alvei dell' uno, e dell' altro siano diversamente distanti dal centro della terra, come evidentemente dovrebbe succedere, se uno entrasse nel mare, cadendo da una cateratta chiusa, o sostegno; e l' altro entrasse placidamente, portando la sua superficie ad unirsi insensibilmente a quella del mare. Questo caso assai bene insegna, che l' altezza, o bassezza degli alvei de' fiumi, de' quali sia stabilita la linea cadente de' fondi, unicamente dipende dagli sbocchi, il fondo de' quali dee servire per base a tutta la parte superiore del fiume, disponendo sopra di esso tutte le linee, o declività che competono a tutte le parti dell' alveo,

---

acque riconoscono la loro velocità non è la discesa, che succeda a cagione della detta pendenza, ma quasi unicamente l' altezza corrente dell' acqua, pare che tali dottrine ripugnino una coll' altra. Ma tale apparente contraddizione si toglie considerando, che quel poco di velocità originata dalla discesa, che in tali casi in virtù della pendenza si mantiene tuttavia nel fiume, quando si paragoni colla velocità totale (o se si vuole colla media) di esso, può essere sì poca cosa, che non meriti di esser messa in conto, e però sta bene che la detta velocità media si riconosca sensibilmente tutta dall' altezza, ma ciò non ostante può quell' atomo di velocità di più essere quello per l' appunto che bisognava al fiume per sostenere la materia terrea, ed arenosa che egli porta, e però a conservare tal grado di velocità, e ad impedire gli interrimenti, gli era necessaria quella tal misura di pendenza. Aggiungasi che l' istessa altezza corrente per le cose dette in una annotazione del capo 4, e per quelle che si diranno nel capo 7 non produce velocità eguale ove gli impedimenti non sieno eguali, e però meno ne produce ove è minore la pendenza, la cui scarsezza è uno de' più considerabili impedimenti. E però non ostante, che la velocità si attribuisca più che ad altro all' altezza, la pendenza sempre vi ha parte nel fare, che questa la produca, o piuttosto la mantenga in maggiore, o minor grado, secondo che maggiore, o minore si trova essere la stessa pendenza.

sino alle fontane, dalle quali tirano l'origine i primi rivi. Se però il fiume non avrà il letto seguito, e continuato dal principio al fine, come se sarà interrotto, o da cateratte, o da laghi, paludi, e simili; si devono considerare queste, come il fine del fiume, ed assumere la parte superiore della cateratta, o la foce dell' immissario, come un nuovo sbocco, sul quale s' appoggi l' intera situazione delle parti superiori. Ma di ciò più a lungo discorreremo nel capitolo ottavo, siccome tratteremo più ampiamente della larghezza de' fiumi in altri luoghi, secondo che porterà l' occasione della materia.

CAPITOLO SESTO

Della rettitudine, e tortuosità degli alvei de' fiumi.

Dopo d'avere indagate, nel capitolo precedente, le cause radicali delle due principali proprietà de' fiumi, cioè della profondità, o più tosto della declività, e larghezza degli alvei; pare che il buon ordine porti a considerare, quali siano le vere cagioni della loro diversa situazione nella superficie terrestre; riscontrandosi in questo particolare molte circostanze, degne d' una particolare avvertenza. Si vede tutto il giorno, da chi considera il corso de' fiumi, che altri di questi si stendono in una linea retta, dal suo principio sino al fine; ed altri ora s' incurvano formando angoli asssai grandi, ora s' increspano nelle curvità delle corrosioni, ora si raggirano in mille meandri; nel che si deve riconoscere, o un fine particolare della natura, o pure una necessità inevitabile, che obblighi i fiumi a prendere strade diverse l' uno dall' altro.

S' io considero la natura nella sua semplicità, difficilmente posso darmi a credere, ch' ella affetti altra strada che di linee rette; poichè corre un assioma comune fra' fisici, che *la natura opera sempre per i mezzi, e strade più compendiose*. Quindi è, ch' essendo l' intento della natura di portare per gli alvei de' fiumi le acque di essi al suo termine, cioè al mare, o a' fiumi maggiori; è difficile d' immaginarsi il fine, per lo quale sceglie ella vie obblique, e tortuose per lo corso de' fiumi, duplicando molte volte, e triplicando la lunghezza della strada, che per una sola linea retta, s' avrebbe brevissima. È dunque necessario il dire, che *l' obbliquità del corso de' fiumi, sia una necessità indotta dalle circostanze, e dall' azioni delle cause parziali che concorrono alla generazione*, per così dire, *degli alvei*; e che essendo sommamente difficile il fare, che un moto prodotto, e diretto da più cagioni, seguiti la rettitudine di una linea; necessariamente perciò succeda, che i fiumi prendano strade obblique, e tortuose,

secondo la diversità, o delle resistenze, o delle cause che o s' unisoono, o succedono l' una all' altra nell' operare.

La necessità, che hanno avuta gli uomini d' impedire la voracità de' fiumi che ingoiano, colla corrosione delle ripe, molte volte le sostanze d' una famiglia; e col mutar corso, ed abbandonando i ponti, sotto i quali aveano l' esito, non rare volte intersecano le strade, ed interrompono la libertà del commercio, oltre mille altri mali dipendenti dall' instabilità de' fiumi medesimi; è stata quella che ha acuiti gl' ingegni degli architetti di acque a cercarne i rimedj, e ad indagarne le cause; onde è, che niuna altra parte dell' architettura dell' acque, è stata trattata più di questa; parendo forse che essa non si estendesse, oltre questa materia. Bisogna però confessare, che non si è sin ora fatto molto profitto, o siasi che troppo moltiplicate siano le cause che cagionano le corrosioni, e le mutazioni di corso; o che sia troppo difficile il misurare l' energia delle medesime, e il proporzionar loro la resistenza de' ripari; o che sia facile lo sbaglio nella investigazione della vera causa produtrice dell' effetto che si vorrebbe rimovere. E perciò il più delle volte vanamente si travaglia, ed inutilmente si spende il tempo, e il denaro, in volere resistere al corso incamminato d' un fiume; anzi molte volte il rimedio è peggiore del male, non essendo rari que' casi, ne' quali un riparo portato via dal fiume, ha tirata seco in un giorno la ruina della ripa, a cui egli era connesso, e la quale per altro avrebbe resistito più lungo tempo.

Io non pretendo con ciò di condannare l' uso di difendere le sponde de' fiumi, e molto meno di dar regole di farlo sicuramente. So quanto egli sia difficile, e quanti riguardi, e cautele si richiedano, a chi ne intraprende la pratica. Nè mi è ignoto, che molto insegna l' esperienza, e l' esperienza del fiume in cui si travaglia, la cognizione del quale, rispetto alle proprietà individuali, è affatto necessaria. Non deve però l' esperienza andare scompagnata dal lume, che somministrano le cognizioni teoriche, altrimente rimarrà ella affatto allo scuro, qualunque volta manchino le circostanze, alle quali resta ella appoggiata. Pretendo bene di porgere qualche lume alla pratica, per altro cieca, degli architetti delle acque, acciocchè dalla cognizione delle cause, possano condursi più facilmente a quella degli effetti, e proporzionare a quelle ed a questi le loro invenzioni; e ciò senza uscire dal mio instituto, quale è di rendere palese la natura de' fiumi, addurre le cagioni degli effetti che in essi si riscontrano, e di mettere in chiaro le regole osservate dalla natura medesima, nella condotta de' fiumi.

So che il Barattieri, ed il Michelini hanno trattata ampiamente questa materia; e molti sono stati quelli che hanno proposti de' modi di riparare le ripe, acciocchè in esse non succedano corrosioni; onde io

prendendo da' primi ciò che ho creduto conforme alla verità, ho aggiunto quello di più che mi è venuto in mente sopra questa materia, e che mi è paruto non lontano dal vero. Mi è ben convenuto di separare le cause l'una dall'altra, considerando ciò che dall' una, presa sola, può derivare senza unire l' efficienza di più di esse insieme congiunte. Poichè (oltre che, avendo destinato di fare altrimenti, mi sarebbe stato necessario d' intraprendere un trattato intero) ho creduto che chi avrà ben inteso il modo di operare d' ogn' una delle cause addotte, potrà facilmente dedurre ciò che possano due, o più di esse congiunte. Nè ho mancato di dare di passaggio qualche avvertimento a' pratici che potrà loro giovare nella costruzione, sì de' ripari, che degli argini, i quali si fanno alle sponde de' fiumi tortuosi. Seguitando perciò l' intrapreso metodo, ho distesa tutta la materia in alcune proposizioni, dalle quali ho dedotti gl' opportuni corollarj, ne' quali ho, cred' io, spiegato tutto ciò che può appartenere al soggetto di questo capitolo.

PROPOSIZIONE I.

Se un grave sarà posato sopra d' un piano inclinato, lasciato che sia in libertà, discenderà per quella linea che dal centro del mobile caderà perpendicolare alla comune sezione del piano inclinato col piano orizzontale.

Sia il piano orizzontale IGCH (*fig.* 22.), e l' inclinato EFCD, e la comune sezione di essi sia la linea DC: dico che se il grave A sarà posato sopra il piano inclinato EFCD; lasciandolo cadere, prenderà esso nel discendere la linea AB, perpendicolare alla DC. Posciachè egli è certo che i gravi tutti prendono nel loro discendere quella strada per la quale più presto ponno avvicinarsi al centro, o ch' è lo stesso per la quale più presto arrivano a toccare il piano orizzontale; ma la linea AB, come perpendicolare alla DC tirata sul piano orizzontale, è più breve della linea AD, e generalmente di tutte quelle che dal punto A ponno tirarsi alla DC; adunque il grave A descriverà nel suo discendere la linea AB. Il che ec.

COROLLARIO I.

E perchè *l' acqua* anch' essa è un corpo grave; perciò *trovandosi dell' acqua in A, senz' altra direzione, che quella che le può dare la propria gravità, discenderà anch' essa per la linea* AB.

COROLLARIO II.

Similmente perchè la linea AB è quella, che fa l' angolo maggiore

col piano orizzontale (come facilmente si può provare, lasciando cadere dal punto A una perpendicolare al piano orizzontale v. g. AK, e dal punto A tirando le linee KB, KD, dalla quale costruzione farassi l' angolo ABK maggiore di ADK, per essere le due AB, KB minori ad una ad una, delle due AD, DK, e la linea AK comune) ed essendo perciò la linea AB quella che ha più di caduta in eguale lunghezza; ne segue, che *dovendo l' acqua discendere per la sola virtù della propria gravità, sceglierà quella linea per la quale troverà magiore caduta,* o la quale (che è lo stesso) sarà più inclinata all' orizzontale.

COROLLARIO III.

Non essendo però l' acqua un solo corpo, ma l' aggregato di più corpicciuoli insieme; n' avverrà, che *posta una quantità di acqua in* A, *non potrà ogni parte di essa discendere per la linea* AB, *ma diverse parti sceglieranno diverse linee;* tutte però per questa ragione, *paralelle ad* AB.

COROLLARIO IV.

Essendo però impossibile, che *l' acqua* corra giù per lo piano EC, senza qualche altezza di corpo; bisogna che tale altezza *in virtù della pressione, spinga lateralmente qualche parte di acqua, quale venga obbligata a prendere una linea obbliqua* v. g. AD. Ma essendo maggiore la velocità per AB, che per AD, maggiore anco sarà il corso, e lo scarico dell'acqua per essa AB, e in conseguenza *non potrà allargarsi molto il corso di tutta l' acqua a destra, ed a sinistra della linea* AB.

COROLLARIO V.

Che *se il corso per* AB *sia fatto con tanta velocità, che basti a disunire l' una dall' altra, le parti del piano* AB, *farassi l' escavazione per la linea* AB; e perciò profondandosi l' acqua sotto la superficie del piano EC, *serviranno le sponde di questo scavo ad impedire l' allargamento dell' acqua*; e perciò discendendo essa per un piano tanto declive, che possa coll' escavazione formarvi dentro *l' alveo; sarà* questo *disposto in una linea retta, che abbia la caduta maggiore di quella che possano avere tutte l'altre linee tirate da quel punto sopra del piano medesimo*. Lo stesso succederà, se non essendo il piano tanto declive, che possa essere scavato, l' acqua sia torbida, e possano farsi delle alluvioni; perchè in tal caso *la materia terrea si deporrà lateralmente alla linea* AB, *ed alzandosi le sponde, succederanno gli effetti medesimi dell' alveo scavato*.

Queste dimostrazioni però suppongono, che la materia della quale è

composto il piano, sia omogenea, almeno nella resistenza delle parti all'essere staccate; altrimenti potranno succedere delle alterazioni, come si dirà più abbasso.

PROPOSIZIONE II.

Se un grave sarà gittato sopra un piano declive con qualche direzione obbliqua, descriverà esso sopra del medesimo piano una linea curva, sin tanto che la forza che lo spinge per detta direzione, gli si tolga dalle resistenze di esso piano; indi discenderà per la linea retta, di cui si è parlato nella prima proposizione.

Prima d'accingermi alla dimostrazione di questa proposizione, devo avvertire in primo luogo, ch'io *non parlo di piani matematici, ma di piani fisici;* e conseguentemente ineguali (come parlando di acque, sarebbe un piano di terreno) ne' quali perciò si possono intendere delle resistenze che impediscano la velocità del mobile, e finalmente l'estinguono: ed in secondo luogo si dee pure intendere, che *la natura del moto attuale, o di traslazione, è di tal sorte, che non si può concepire senza intendere il mobile con qualche direzione,* cioè senza intendere che sia trasportato verso qualche parte, *e con qualche velocità*, mediante la quale sia valevole a scorrere un dato spazio in un dato tempo.

Per quello che s'aspetta alle *direzioni*, queste o *sono semplici*, o *sono composte: semplici direzioni si chiamano quelle che si esercitano per linee rette*, come sono supposte comunemente quelle delle cadute de' gravi; e queste sono prodotte da una, o più forze operanti per la retta medesima. Questo si può intendere in due maniere, o perchè veramente operando da se ognuna delle forze, spinga il mobile per detta linea; o perchè operando le forze separate per linee diverse, quando poi si congiungono, uniscano la propria forza in una terza linea retta, nella quale si trovi eguale ubbidienza all'una, ed all'altra delle direzioni delle potenze motrici; ciò però non ostante si chiamano semplici direzioni, perchè quantunque le forze siano diverse, e diversamente operanti, nulladimeno ponno equivalere ad una terza forza eguale di energia a quella che si esercita nel mobile.

Direzioni composte si chiamano poi quelle che sono prodotte da diverse potenze operanti per diverse direzioni semplici; ma non con moti equabili; e perciò queste vanno a terminare i loro effetti in linee curve, come sono le circolari, le elittiche, le paraboliche ec. Ma perchè il moto prodotto dalle semplici potenze è di sua natura uniforme, ed equabile; e per conseguenza non impedito, continuerebbesi eternamente, e colla direzione di prima; perciò *non si può intendere che una direzione si muti, se non incontri qualche impedimento, o non s'aggiunga di tempo in tempo nuova forza al mobile.*

Supposto per esempio, che il mobile A (*fig.* 23.) sia trasportato di moto equabile per la linea AB, continuerà egli a muoversi per essa indefinitamente; ma se arrivato in B, troverà il resistente CD, che lo impedisca di portarsi più avanti per detta linea, ma non gli levi alcuna parte della forza intrinseca, che l'obbliga a muoversi; cambierà esso direzione in BE, ma non muterà velocità, e saranno gli angoli CBA, EBD eguali. Questo adunque è il primo caso, nel quale si muta la direzione di un mobile.

Ne' moti composti poi, se ambedue i moti componenti sieno equabili come AB, FB (*fig.* 24.) benchè diversamente veloci; e se l'uno e l'altro di essi spinga il mobile B, non prenderà esso la direzione BE, nè la BD, ma un'altra terza BC, che sarà il diametro di un parallellogramo, i cui lati BD, BE sieno le linee continuate de' moti componenti, ed abbiano la proporzione delle velocità FB, AB. Che se i moti non fossero equabili ambedue, ma o uno uniforme, e l'altro ritardato, o accelerato; o pure l'uno accelerato, l'altro ritardato, o tutti e due accelerati, o ritardati, ma difformemente non potrà il mobile scorrere per una linea retta, ma dovrà descrivere col suo centro dell'impeto una curva, nella quale, perchè ad ogni momento si muta direzione; perciò si dee questa intendere in ogni punto di essa curva di tal maniera, come se il mobile fosse nella linea tangente, che passa per lo punto medesimo; qual tangente sarà la linea di direzione del mobile. E quindi nascono molti casi, ne' quali i mobili sono sforzati a mutare direzioni, o in una maniera, o in un'altra, secondo la proporzione che hanno fra loro le potenze moventi ec.

Quello che più importa si è di esaminare da qual principio sieno derivate le prime direzioni del mobile. Io considero dunque, che *qualunque forza agente non solo imprime nel mobile quella quantità di moto, o d'impeto che lo porta da un luogo all'altro, ma in oltre lo determina a muoversi per una linea determinata*. Questa forza agente, o è la prima causa del moto, e rispetto a questa non si può assegnare altra cagione della direzione del mobile, che il di lei libero arbitrio; essendo stato in piena libertà del sommo Creatore il far muovere le materie da esso create per quelle linee che più gli sono piacinte: ovvero per forza agente s'intende una causa seconda, o occasionale della comunicazione de' moti, e da essa succedono le direzioni, secondo certe leggi particolari. Poichè egli è certo, che non mai si moverà un corpo, se ad esso non sarà comunicata una certa potenza da un altro corpo, o attualmente mosso, o in conato al moto. Se il corpo movente sarà attualmente mosso, sarà altresì necessariamente con qualche direzione; e perciò la regola è, che se *la linea retta tirata dal punto della percossa, o della comunicazione de' moti,*

al centro dell' impeto, o di gravità del mobile, sarà in dirittura della direzione del movente, seguiterà il mobile la medesima direzione del movente; ma se queste due linee faranno angolo fra loro, la direzione del mobile seguiterà quella linea, che connette il punto della percossa, col centro di gravità del mobile, e lascierà la direzione del movente.

Similmente ne' conati (poichè anche questi hanno sempre qualche determinazione) s' ella sarà una sola, è necessario che il mobile obbedisca alla medesima, nella maniera che si è detto di sopra; e perciò secondo l' applicazione di esso alla forza energetica, talora prenderà la medesima direzione del conato, e talora un' altra che sia obbliqua alla predetta: e generalmente *s' appiglierà a quella che è insegnata dalla linea tirata dal punto dell' applicazione, al centro di gravità del mobile*. E finalmente, *se le direzioni del conato saranno diverse in una medesima parte*, come se saranno fatte in essa da altrettante direzioni determinate (che ponno equivalere in un certo modo ad un conato, o indeterminato nelle direzioni, o più tosto determinato ad ogn' una di esse, come succede ne' corpi fluidi a causa della propria pressione, e de' corpi elastici per ragione della loro forza espansiva) *allora la determinazione delle direzioni del mobile, si dee tutta al difetto delle resistenze*; e ciò (per non uscire dalla materia della quale trattiamo) manifestamente apparisce *ne' vasi pieni d'acqua*, ne' quali da per tutto ove s' aprono fori, *sboccano le acque con la direzione de' fori* medesimi, che sono quelli che danno la forma dell' applicazione del mobile al conato del movente.

Passando dalla direzione alla velocità del mobile, è d' avvertirsi esser questa un effetto cagionato dalla forza comunicata, o impressa dal movente, ed attemperata dalla copia della materia del mobile; poichè la medesima forza movente farà muovere più velocemente un piccolo corpo che un grande, mancando nell' intensione, quanto si perde nell' estensione. Può dunque essere, che la velocità del mobile, o per difetto di forza, o per troppa abbondanza di materia sia così piccola, che in ogni tempo sensibile venga comunicata tutta la forza alle resistenze; e che perciò, perdendola in mobile, esigga il fomento di nuova potenza per continuare a muoversi, come si vede nelle carrozze, le quali d' ordinario, se non sono tirate da' cavalli, si fermano; e questa maniera di muoversi, si chiama *moto per impulso*. Ma essendo la velocità del mobile assai grande, e tale che non possa tutta ad un tratto essere assorbita, per così dire dalle resistenze, si continuerà bensì il moto, ma non con la primiera velocità; la quale perciò sempre scemandosi, permetterà finalmente che il mobile, perduta che abbia affatto la forza, si riduca alla quiete, come succede nelle palle d' artiglieria, le quali anche lontane dalla forza del fuoco

impellente, continuano a portarsi avanti con grande velocità: e questa continuazione di moto, senza l'aiuto di nuova forza, si chiama *fatta da un impeto impresso*, o pure *moto di proiezione*. Ciò supposto è manifesto, che i corpi che si muovono per impulso, mantengono quanto a loro, la direzione dell'impellente, quale sempre è necessario, per così dire, che stia loro alle spalle, per ispingerli avanti. Ma i corpi mossi per impeto, seguitano almeno sul principio quella direzione, che loro vien data dal movente, per altro poi nel progresso sono pronti a mutarla, se o altre forze con altre direzioni, o le resistenze incontrate li obbligano a prenderne d'altra sorte.

Io mi sono esteso su questo particolare delle velocità, direzioni ec. de' mobili, più di quello era necessario per la dimostrazione della proposizione di sopra enunciata: ma ciò non sarà stato affatto fuori di proposito, posciachè la materia di questo capitolo addimanda di quando in quando molte delle notizie, che in questa occasione abbiamo apportate.

Sia dunque il piano inclinato ABDC (*fig.* 25.), sopra il quale scorra un grave E, portato dal proprio impeto per la direzione EF: e supponiamo che la lunghezza della strada EF, sia quella che basta a trovare tante resistenze, che possano distruggere l'impeto di esso: dico che il grave E, supposta la direzione obbliqua EF, descriverà una linea curva, v. g. EG, uguale alla retta EF, ed arrivato in G, vi scenderà rettamente per la GH, perpendicolare alla CD, che si suppone la comune sezione del piano inclinato AD, con un piano orizzontale.

Posciachè essendo E spinto per la linea EF dal proprio impeto (il quale, abbenchè di sua natura sia atto a fare un moto equabile; nulladimeno a cagione delle resistenze del piano, converrà sia ritardato) ed essendo, che nell'istesso tempo che il mobile tende verso F, la propria gravità lo porta con moto accelerato verso la linea CD, per quello si è dimostrato nella proposizione antecedente; perciò combinandosi un moto ritardato, ed uno accelerato nel medesimo mobile E, converrà ch'esso descriva una linea curva, per la quale vada sempre accostandosi al punto F, e nello stesso tempo ancora alla linea CD; e questa sarà v. g. la curva EG, la cui natura dipende dal modo, o proporzione del ritardamento, secondo la direzione EF, e dell'acceleramento secondo la direzione GH. E perchè si è supposto, che la lunghezza del viaggio EF, sia quella che basti per fare incontrare al mobile tante resistenze, che sieno sufficienti ad assorbire tutto l'impeto di esso; allora parimente sarà cessato l'impeto nel mobile G, quando egli avrà fatto per EG tanta strada, che gli abbia somministrate tante resistenze, quante ne avrebbe avute per EF; cioè quando EG sarà eguale ad EF; adunque arrivato il mobile in G, sarà distrutto

in esso ogni impeto precedente; e per conseguenza ogni direzione verso F: restando perciò il grave privo d' ogni altra direzione, fuor di quella della propria gravità, discenderà per la linea GH. Il che ec.

COROLLARIO I.

Quanto maggiore sarà l' impeto del mobile E, *e quanto minori saranno le resistenze del piano, e parimente quanto minore sarà la di lui inclinazione all' orizzonte, tanto più lunga sarà la linea curva* EG, *ma minore sarà la curvità di essa, ed al contrario*. Il Galileo prescindendo da ogni sorte di resistenze, ha dimostrato che tale curva sarà una linea parabolica: ma in caso di resistenze considerabili, grande ancora sarà la differenza da essa.

COROLLARIO II.

(1) *L' acqua anch' essa* (che non meno d' un grave solido, si può muovere per impeto impresso, ed accelera i suoi moti, discendendo verso il centro de' gravi) *se entrerà a scorrere sopra d' un piano con qualche direzione, ed impeto*, come se dopo aver corso fra le montagne, sboccasse dalle foci di queste in una pianura, nella quale non trovasse alveo alcuno, *farà l' effetto medesimo, descrivendo una linea curva col suo moto*. Ben è vero, che per le ragioni dette di sopra al *corollario IV. della proposizione antecedente*, si farà qualche spargimento d' acqua laterale, tanto dalla parte superiore, che dall' inferiore; e questa volterassi per linee oblique di maggiore curvità, che finalmente termineranno in linee rette perpendicolari alla retta CD; ma l' acqua sparsa dalla parte superiore della linea EG, converrà che ricadendo verso di essa, seguiti il di lei corso; e al più faccia col suo peso in maniera, che la curvità EG si renda maggiore.

COROLLARIO III.

E quando la velocità della quale è dotata l'acqua corrente per la

(1) Intendesi in questo luogo, che il piano sia inclinato, e che l' acqua vi entri con direzione obbliqua, cioè per linea non perpendicolare alla comune sezione di quel piano coll' orizzonte, affinchè si possa applicare all' acqua ciò che l' autore ha considerato ne' corpi solidi in questa seconda proposizione, in ordine alla quale ci sarebbe occorso di notare qualche altra cosa per trattare più accuratamente una tale materia, ma ciò ne avrebbe condotti troppo in lungo, nè per altro sarebbe stato di gran rilievo in ordine alla considerazione de' fiumi, che è il nostro principale assunto.

linea EG, *sia bastante ad escavare il piano* AD; *tale escavazione si farà per detta curva* EG; e parimente *quando l'acqua sia torbida, e la di lei forza non sia bastante per fare escavazioni, si formerà essa l'alveo d'alluvioni per la linea predetta, ed a misura che si anderanno alzando le ripe, s'impediranno dall'altezza di queste l'espansioni laterali dell'acqua*. (1) Ben è vero che in questo caso le ripe non si alzeranno egualmente; ma più si eleverà in egual tempo quella che risguarda la parte più alta del piano, e meno la contrapposta; la quale giunta che sia ad una determinata altezza, può succedere che non s'alzi di vantaggio, per essere la di lei declività acquistata verso la parte CD, giunta a tal segno, che non permetta deposizione alcuna di torbida.

COROLLARIO IV.

Siccome portandosi *l'acqua* da E verso G, va perdendo l'impeto, e conseguentemente la velocità; così *è necessario che procedendo da* E *verso* G, *si vada sempre allargando, e minori succedano l'escavazioni;* ma per lo contrario, impedendo le sponde dell'alveo formato, l'espansione dell'acqua rendesi essa più vigorosa, sì per non avere più tante resistenze da superare come prima; sì perchè l'altezza del corpo di essa può sottentrare a dar fomento all'impeto perduto; e perciò a misura, che maggiore succederà l'incassamento del fiume dalla parte di E, ne seguirà sempre maggiormente la formazione dell'alveo nelle parti più lontane verso G.

COROLLARIO V.

E perchè la forza dell'altezza dell'acqua, ch'è un conato esercitato per tutte le direzioni, viene ad essere determinata dal difetto delle resistenze, ad una direzione paralella all'andamento delle sponde; quindi è, che *l'escavazione dell'alveo non solo contribuirà a formare più presto il letto al fiume verso* G, *ma sarà cagione, che sboccando da* G *l'acqua con una certa direzione, e con un impeto determinato*, non possa essa scorrere per la linea GH; ma la curvità si prolunghi più avanti, v. g. sino in L, accostandosi però sempre più al

(1) Anche quando l'alveo si formasse dalla forza dell'acqua per escavazione è manifesto, che la ripa che risponde alla parte più alta del piano dee rimanere più alta, e il fondo oltre la sua pendenza per lo lungo del corso del fiume dee pendere per traverso dalla parte più elevata del piano verso la più bassa, rimanendo concava lungo la ripa meno elevata, come facilmente si può intendere, considerando che da questa parte si terrà il maggior corpo d'acqua, e vi escaverà con maggior forza.

parallelismo di GH (1) dopo di che finalmente si ridurrà a formarsi l'alveo parallello a GH; e ciò s' intende sempre supposta l' uniformità della resistenza nella materia del piano AD.

COROLLARIO VI.

E perciò è manifesto, che nell' *uno, e nell' altro caso delle due proposizioni dimostrate, l' acqua quanto in se, ha propensione di scorrere per alvei retti, ed il più che sia possibile declivi.*

PROPOSIZIONE III.

Se sarà una sezione di un fiume retto, per lo quale, cioè siano le direzioni di tutte le parti dell' acqua corrente perpendicolari al piano della sezione medesima; se il fiume sarà stabilito di fondo, e di sponde, non potranno queste essere corrose dall' acqua, quando sia eguale da per tutto la resistenza della materia che compone detta sezione.

Questa proposizione è manifesta; poichè essendo per lo supposto le direzioni dell' acque perpendicolari al piano della sezione, e per conseguenza parallele alle sponde, non potrà mai l' acqua andare a battere le sponde, nè rettamente, nè obbliquamente; e perciò a causa dell' impeto non le altererà: ed essendo il fondo stabilito, non potrà esso nè deprimersi, nè elevarsi, e per conseguenza non potrà ristringersi la sezione, nè le sponde potranno allontanarsi l' una dall' altra; e perciò per tal cagione non potranno restar corrose: similmente supponendosi la resistenza delle ripe equilibrata con la forza delle piene massime, avranno esse potere di conservarsi contro la medesima, e contro ogn' altra minore. E finalmente essendo la resistenza dell' alveo eguale per tutto, non vi è ragione alcuna, per la quale l'acqua debba corrodere più una sponda, che l' altra; non potranno esse dunque essere corrose dall' acqua. Il che ec.

COROLLARIO

Di qui nasce, che *i fiumi i quali hanno gli alvei in linee rette,*

---

(1) Può darsi che la curvità dell' alveo si prolunghi tant' oltre, che prima di ridursi alla direzione GH, o s' incontri in un recipiente, in cui il fiume abbia il suo termine, o finisca il piano inclinato AD, per cui si supponeva scorrere, e un altro ne succeda in altra positura, il quale di nuovo obblighi il fiume a distornarsi per altre strade, senza poter mai giugnere a prender la detta direzione; e quindi è, che le linee degli alvei de' fiumi non sempre si veggono tirate per quel medesimo verso, secondo cui è diretta la linea della maggior declività delle pianure per le quali camminano.

non ponno farsi tortuosi, che per cagioni accidentali, delle quali parleremo più abbasso.

PROPOSIZIONE IV.

Se la sezione di un fiume retto sia stabilita tanto in larghezza, quanto in profondità, e la figura di essa sia quella di un paralellogramo rettangolo, sicchè le sponde della medesima siano perpendicolari all' orizzonte, non sarà mai essa alterata dal corso dell' acqua, quando questa sia chiara; ma se la medesima sarà torbida, o porterà sasso, sarà altresì necessario, che le sponde si corrodano, e che nella sezione si faccia il fondo inclinato dalle sponde verso il mezzo di essa.

Suppongasi per escavazione manufatto formato un alveo retto, il cui fondo sia un piano così declive, che non possa essere alterato, nè scavato dalla forza dell' acqua corrente per esso; e siano le di lui sponde perpendicolari all' orizzonte, e di tal materia, che possano regersi in detta situazione, non ostante la forza dell'acqua corrente per detto alveo, ma niente più; e sia detta sezione il rettangolo BDFC (*fig.* 26.): dico in primo luogo, che se per essa correrà acqua chiara, non si altererà di sorte alcuna. Suppongasi che BC sia la superficie dell' acqua, il cui mezzo sia A, e similmente sia il fondo della sezione DF orizzontale, ed il di lei mezzo E (che supponiamo stabilito nel senso del precedente capitolo) e diasi che la materia della quale è fatto l'alveo, sia uniforme, ed uniformemente resistente. Introdotto dunque a correre un corpo d'acqua in questa sezione coll'altezza EA, non l' altererà di sorte alcuna; perchè non potendo profondarsi a cagione di supporsi stabilito il fondo DF; nè elevarsi per mancanza di materia, essendo l' acqua chiara; ne siegue, che in tale stato durerà sempre. Similmente, perchè le sponde BD, CF si suppongono di tal materia, da potersi sostenere sul taglio perpendicolare in proporzione della forza che le rade, ed essendo la larghezza DF stabilita; non potranno mutare situazione, nè essere corrose; adunque la sezione BDFC non potrà essere alterata di sorte alcuna.

Dico in secondo luogo che se l' acqua corrente sarà torbida, sarà necessario che il fondo della sezione s'abbassi nel mezzo, s' elevi nelle parti laterali, e nelle parti superiori s' allarghi. Posciachè, supponendosi che la forza dell' acqua sia tale, da mantenere il fondo E colla forza del filone; scostandosi questo da E verso F, perderà di forza per l'avvicinamento alla ripa CF; e conseguentemente non potrà mantenersi il fondo scavato alla profondità di E; e perchè in E la forza dell' acqua è precisamente tanta, quanto basta per impedire le deposizioni della materia terrea, non potrà essere sufficiente a farle, per esempio in H, e molto meno in F; adunque fra E, ed F si

deporrà della materia, e tanto più se ne deporrà, quanto più impedita sarà la velocità dell'acqua; cioè quanto più il sito sarà vicino alla sponda CF; ma ciò facendosi, è evidente che la sezione BDFC si renderà minore, e per conseguenza converrà che la superficie dell'acqua si elevi; e ciò seguendo, o accrescerassi la velocità dell'acqua in E, o almeno il peso, il quale colla forza della velocità potrà corrodere il fondo, v. g. da E sino in K; adunque la sezione si profonderà; posto adunque il maggior fondo in K, col medesimo discorso si proverà, che le deposizioni dovranno elevare il fondo verso la ripa come KH. E perchè l'alzamento della superficie dell'acqua accresce velocità proporzionalmente in tutte le parti di essa, non potrà la ripa CF (la cui resistenza si suppone equilibrata con una forza minore) resistere ad una maggiore; e per conseguenza diruperà, ed allargherà la sezione, v. g. da C in G, formando la sponda GH di tal declività, che basti a resistere al corso accresciuto dell'acqua. Il che ec.

COROLLARIO I.

Di qui è manifesto, che essendo uniformi le condizioni della sezione dall'una parte, e dall'altra, sarà la figura del fondo, e della ripa di essa dalla parte opposta BD, eguale in tutto, e per tutto alla KHG.

COROLLARIO II.

E perciò le sezioni naturali de' fiumi retti avranno il fondo più grande nel mezzo, che da' lati; disposto perciò, o in due linee, che formino angolo insieme nel mezzo della sezione, o pure in una linea curva, il cui vertice sia nel mezzo dell'alveo. Ma le sponde saranno disposte per lo più in una linea retta che faccia angolo coll'andamento del fondo della sezione.

COROLLARIO III.

Lo stesso succederà in un fiume che porti acqua chiara, purchè esso siasi escavato l'alveo colla forza del proprio corso; essendo che tanta a un dipresso, o poco maggiore è la forza che si richiede per fare delle escavazioni, quanto quella che è necessaria per impedire le deposizioni.

COROLLARIO IV.

Dalla predetta dimostrazione resta pure evidente, che ne' fiumi retti, siccome il maggior fondo, così la maggior velocità è nel mezzo dell'alveo; e per conseguenza ivi è il maggior corso, o il filone dell'acqua.

COROLLARIO V.

Supponendosi che in tutte le sezioni di un fiume diritto, sia uniforme la resistenza della materia, della quale è composto l'alveo; e parimente, che per tutto sia uniforme il modo dell'introduzione dell'acqua corrente nell'altre sezioni; non potrà il fiume, se non per cause accidentali, lasciare la primiera dirittura.

PROPOSIZIONE V.

Se l'alveo di un fiume retto sarà composto di materia, la quale disegualmente resista al corso dell'acqua; ivi maggiormente si escaverà il fondo, dove sarà materia meno resistente, e si eleverà, dove là materia sarà più tenace.

Sia la sezione del fiume retto ACDEB (*fig.* 27.) che supponiamo in prima, sia di un fiume che abbia l'alveo composto di materia poco uniforme, e perciò supponiamo che la parte CD sia di materia poco resistente, e la DE di materia molto resistente: dico che la parte del fondo CD si profonderà, e la DE si eleverà.

Posciachè o sia l'alveo fatto per escavazione, o per deposizione, supponendo che eguale sia la forza dell'acqua tanto in CD, che in DE; e che in CD sia minore la resistenza del fondo, se la forza agente sopra DE è quella che precisamente impedisce le deposizioni, e la resistenza di DE quella che impedisce le escavazioni; non potrà il fondo DC resistere al profondamento, addimandando minore declività per ostare alla separazione delle parti del terreno; supponiamo adunque che l'escavazione siasi fatta sino in FD, essendo adunque in FD accresciuta l'altezza dell'acqua v. g. GF, ivi correrà con maggior velocità di prima, e renderassi più potente a maggiormente scavare; ma quando cresce la velocità dell'acqua in GF, tanto scema in HI, anche per essersi accresciuta la sezione, di quanto importa la figura CFD; adunque se la velocità primiera in I era precisamente quanto bastava per impedire le deposizioni; scemata che sia, non sarà più sufficiente ad impedirle, e per conseguenza facendosene ivi, s'alzerà il fondo DE v. g. in DK, sino a formare la pendenza che s'uguagli con la velocità HM; adunque il fondo CD si abbasserà, ed il fondo DE si eleverà, se la resistenza di essi sarà diseguale. Il che ec.

COROLLARIO I.

Perchè adunque la velocità dell'acqua è maggiore verso la ripa AC di quello sia verso la ripa EB; converrà che la resistenza della ripa AC ceda alla forza dell'acqua, e restando corrosa s'allontani

da essa; ed al contrario *la ripa* BE *restando più lontana dal maggior corso del fiume;* e per conseguenza ritardata la velocità dell'acqua, *vicino ad essa si faranno delle deposizioni, e la ripa* BE *s'accosterà più verso il mezzo del fiume, perdendo l'alveo in questa parte la primiera rettitudine.*

COROLLARIO II.

Anzi, *se la poca resistenza del fondo* DC *sia tale, che permetta l'escavazione al pari, o più bassa del* fondo D, *mezzo dell'alveo, lascierà il filone il sito* D, *e porterassi verso* F: *il che tanto maggiormente contribuirà alla corrosione della ripa* AC, *alla formazione della spiaggia* DK, *ed all'avanzamento della ripa* BK *verso* D, *mezzo dell'alveo.*

PROPOSIZIONE VI.

Se un mobile sarà posto senz'alcuna direzione sopra d'una superficie inclinata, nella quale siano delle concavità continuate sino al fine di essa, le quali sempre s'avvicinino al centro de' gravi, o pure alla linea, che è la comune sezione del piano orizzontale coll'inclinato; discenderà il mobile per esse concavità purchè l'inclinazione sia tanta, che basti a farli superare le resistenze che sia per incontrare.

Sia il piano FG (*fig.* 28.) inclinato, il cui lato GH sia la comune sezione di esso col piano orizzontale; e sia una concavità, o canale ABCDE più basso della superficie del piano FG, e sia tale seguitamente, ed in modo che da A in E sempre più s'avvicini alla linea HG: dico che un grave posto in A senza veruna direzione, discenderà per ABCDE, purchè l'inclinazione della linea ABCDE sia sufficiente, acciò il grave possa discendere per essa. Posciachè, essendo per lo supposto l'inclinazione di ABCDE tale, che il grave in essa non possa sostenersi, ma non ostanti le resistenze debba discendere; certo è, che il mobile A discenderà da A in B per AB, essendo la linea AB (che si può prendere sensibilmente per una retta) inclinata all'orizzontale HG; per l'istessa ragione essendo BC inclinata all'orizzontale potrà il mobile A, giunto che sia in B, discendere per BC ec. e così del restante; adunque il mobile A discenderà per ABCDE. Il che ec.

In questo caso la celerità acquistata dal mobile per le discese AB; BC ec. e la disposizione delle sponde che formano la concavità del sito ABC ec. ponno fare diversi effetti; perchè può essere tanta la velocità acquistata nella discesa da A in B, che possa fare ribalzare il mobile più alto di quello sia la sponda in B, la situazione della quale può, o permettere, o impedire il risalto di A sopra B, secondo che la linea di essa sponda fa l'angolo, o retto, o ottuso colla

direzione AB; posciachè, se l'angolo sarà retto, la sponda impedirà il ribalzo; ma se sarà ottuso, il mobile per la velocità acquistata riascenderà per la sponda opposta in B; ed avendo egli tanto impeto da potere sormontare la sommità di essa, non continuerà per BC, ma prenderà altra strada. Ma supponendosi nella proposizione, che l'inclinazione di ABCDE sia tale che basti per fare superare al mobile le resistenze; e non tale da accelerare il mobile considerabilmente, perciò o mancando la forza dell'impeto in B, o mutata la di lui direzione dall'ostacolo in B, sarà il mobile in B, o senza alcuna direzione; e perciò prenderà quella che gl'insegnerà il difetto delle resistenze, cioè verso BC; o se pure si troverà con qualche direzione, sarà questa rivoltata dalla resistenza della sponda in B, lungo l'andamento della concavità BC; e perciò descriverà il mobile la linea ABC ec.

COROLLARIO I.

Lo stesso, e più esattamente si dee intendere dell'acqua, la quale mercè della sua fluidità, è più facile a muoversi, ed a rivoltarsi in qualsisia direzione; ed a cagione della sua gravità, è prontissima a scegliere quelle strade, per le quali può scorrere più brevemente verso il centro de' gravi; e perciò *essendo in* A *dell'acqua senza altra direzione, che quella che le suggerisce lo sforzo della gravità; necessariamente dovrà discendere anch'essa per la concavità seguita* ABCDE (*fig.* 29.). Vero è, che *essendosi in* B *accelerata di moto* (il che le è più facile che se fosse un corpo solido) *se troverà discesa che sia per* AB, *la sponda opposta inclinata alla verticale* DB, *secondo la misura dell'angolo* DBM, *potrà scorrere qualche poco all'insù sopra di* BM, *ma se l'acceleramento non sarà tale da fare ribalzare l'acqua sino alla sommità della sponda* M, *sarà necessario, ch'ella torni a discendere, per esempio per* MBC, *e perciò ritornata in* B, *seguiti il corso della concavità* BC *ec.*

COROLLARIO II.

Se tale sarà la velocità per AB, *che,* paragonata all'inclinazione di AB (*fig.* 28.) ed alla resistenza della materia, *possa escavare; formerassi l'alveo al corso dell'acqua per la tortuosità predetta, e la concavità si farà maggiore*. Vero è, che *se le sponde saranno composte di materia che possa essere corrosa, non si stabilirà l'alveo, precisamente secondo il tipo della concavità* ABCDE, *ma solo a un dipresso;* potendosi per la troppa strettezza delle tortuosità, formare delle corrosioni ne' concavi, e delle alluvioni ne' convessi di esse, come si dirà a suo luogo.

COROLLARIO III.

E questa è la ragione per la quale *le rotte de' fiumi*, sul principio, *ed in tempo che le acque hanno dell'impeto, seguitano per qualche spazio la direzione di esso; ma estinto ch'egli sia, cominciano a correre ne' luoghi più bassi, e trovando qualche concavità seguita, prendono il corso per essa*, facendo alluvioni ne' luoghi, ne' quali l'acqua torbida perde il moto; ed escavando in quelli ne' quali conserva, o acquista tanta velocità, che basti a portar via la terra.

COROLLARIO IV.

E siccome lasciando correre una rotta di fiume, comincia essa subito (parte coll'escavazioni, parte colle alluvioni, secondo la disposizione diversa del piano, per lo quale scorre) ad operare per formarsi l'alveo: così *se un fiume, uscendo dalle montagne entrerà in una pianura, per la quale sin obbligato a prender corso*, per portarsi al mare, ed in essa *vicino allo sbocco, si trovi qualche cavità continuata, che possa*, almeno in parte, *servirli d' alveo*; *seguiterà esso per quella il suo corso: ma se la medesima concavità non sarà continuata, dopo riempitala di acqua, trasfonderà quella che sopraverrà per la campagna*, allagando all'intorno sino a trovare un' altra; e così seguitamente, *sintantochè ne trovi una che abbia esito*, o non trovandone di sorte alcuna, o non a misura del bisogno coprirassi d'acqua tutta la pianura, al termine della quale, o troverassi qualche insigne declività (e per essa scorrendo l'acqua, formerassi l'alveo, per escavazione, nella maniera detta nella prima proposizione) o pure incamminandosi l'acque verso quella parte dove troveranno lo sfogo, abbandoneranno negli altri luoghi la campagna allagata; e (proporzionato che sia l'alveo, in qualche maniera, all'acqua corrente) resterà quella affatto asciutta. In questo caso la rettitudine, o tortuosità dell'alveo si dee a' supposti della prima, seconda, e sesta proposizione, cioè alla diversa caduta della campagna verso la parte dello sfogo, all' impeto precedentemente conceepito con qualche determinata direzione, ed alle concavità continuate della campagna: condizioni, che ponno avervi parte, ora unite, ora separate, dimanierachè non se ne può dare regola veruna. Che se al termine della campagna si trovasse l'acqua del mare, o d'un lago, sarebbe necessario che ivi si formasse una palude, o laguna; e finalmente, se la campagna fosse tutta chiusa all'intorno, dimanierachè l'acqua per uscirne dovesse elevarsi considerabilmente di superficie, dovrebbe in tal caso formarsi un lago, il quale avesse l'emissario in un sito il più basso di tutti quelli che circondano detta pianura; e quindi uscirebbe l'acqua del

fiume, se pure per meati sotterranei, non trovasse luogo all' uscita, prima di elevarsi all' altezza necessaria; o pure, se non cessasse l' influsso di quella copia d' acqua, che si richiede a riempire tutta la concavità.

PROPOSIZIONE VII.

Se un fiume, o retto, o tortuoso che corre con insigne velocità, incontrerà un resistente, perderà l' acqua qualche grado della velocità primiera; ed elevandosi, si formerà un conato, atto a spingere il corso del fiume dalla parte opposta del resistente.

Nell' antedetta proposizione abbiamo supposto che l' acqua corrente non abbia alcuna direzione, nè impeto veruno, differente da quello che è proprio della gravità; ma in questa noi supponiamo che l' acqua corrente abbia acquistato qualche impeto, e direzione che possa spingerla per qualche linea diversa da quella che prenderebbe l' acqua senza di essa; ed in ciò si comprendono due casi, che giornalmente s' osservano ne' fiumi: poichè alcuni di questi sono così languidi di moto, che senza dare quasi niun tormento alle ripe, seguitano quella strada, che loro è mostrata dall' escavazione dell' alveo, come sono le acque che corrono con poca caduta, e poca altezza di corpo, che è il caso della proposizione antecedente; ed altri corrono con tant' impeto, che incontrando un resistente, fanno molto sforzo per superarlo, ed abbatterlo, come sono i fiumi che hanno, o gran caduta, o grande altezza viva di acqua: e questo è il caso della proposizione presente.

Sia dunque l' alveo ABCD (*fig.* 30.) quello di un fiume di tal natura, che corra da A verso B, con impeto, e direzione paralella alle sponde AB, CD, (1) ed arrivato in B, incontri il resistente BE: dico che l' acqua in BE si eleverà, e spingerà il corso del fiume verso O, ovvero M, ec.

Poichè essendo il resistente BE capace di ricevere in se, e comunicare a' corpi vicini qualche parte dell' impeto dell' acqua corrente da A in B; egli è certo che incontrandosi il fiume colle direzioni AB, GH, IE nel resistente BE, quanto d' impeto comunicherà a questo, tanto ne perderà esso; rallentata peciò la velocità dell' acqua,

---

(1) Benchè l' autore non abbia specificato cosa alcuna in ordine alla positura del resistente di cui parla, nulladimeno dal contesto della sua dimostrazione, e dalla figura a cui questa si riferisce, abbastanza si scorge intendersi da lui per resistente un riparo manuffatto attaccato ad una delle ripe del fiume, il quale faccia con essa, e colla direzione del fiume un angolo ottuso, o almeno non acuto dalla parte superiore, e che tale sia il suo intendimento si conferma da ciò che espressamente dice nel §. *Intorno* dopo il coroll. 5.° di questa 7.ª proposizione.

converrà che passi con minore velocità, e sopravvenendone dell'altra che si elevi. Suppongasi adunque, che l'altezza del risistente BE, sia BF, e che l'altezza dell'acqua non impedita fosse per essere BP, e dell'impedita BF: e perchè l'altezza FB produce in B maggiore velocità, accrescendosi FB, si riparerà la velocità perduta in B; ma essendo la velocità nata dall'altezza dell'acqua, figlia di un conato, che può produrre le direzioni verso tutte le parti, e le produce verso quella, nella quale sono minori le resistenze; perciò l'altezza BF, rivolterà il fiume verso quella parte, alla quale mancheranno le resistenze, cioè lo scosterà dal resistente BE v. g. verso O, M. Ma qui restano da considerarsi due cose: la prima si è, che si suppone per virtù del resistente BE levata una parte dell'impeto, ma non tutto; perciò l'acqua portata per la direzione AB, sarà ribattuta per la BO, la cui direzione sia tale, che faccia l'angolo di riflessione prossimamente eguale a quello dell'incidenza: e similmente l'acqua portata per GH sarà rivoltata in HM, ec. Il secondo punto al quale si dee riflettere è, che quando le direzioni AB, GH, IE ec. non s'impediscono l'una l'altra, veramente sono paralelle; ma quando la direzione v. g. AB è rivoltata in BO, allora BO viene impedita dalle altre direzioni GH, IE ec. Quindi è, che l'acqua B ribattuta per BO, arrivata che sia in R, troverà un altra forza, e direzione GR, dalla quale sarà spinta, e perciò dovrà abbandonare la linea RO, e volgersi per un'altra che sia diametro di un paralellogramo, i cui lati abbiano la proporzione delle forze, o degli impeti GR, BR, come si è spiegato alla proposizione seconda. Supponiamo dunque, che la proporzione delle forze BR, GR, sia quella di RS ad RH; adunque l'acqua ch'è nel punto R, si volterà per la linea RT; e di nuovo arrivata in T, perchè ivi si combinerà con la direzione ST, non potrà seguitare la RT, o la ST, ma dovrà portarsi per un'altra che stia di mezzo fra le medesime; e perciò considerando le combinazioni che si fanno d'una linea riflessa con tutte le direzioni paralelle GR, IE ec. non potrà farsi la riflessione da B in O; ma per la strada v. g. BRT ec., di nuovo si porterà verso il resistente BE. Se però si metteranno a conto tutte le riflessioni fatte da' punti tra B, ed E, colle loro direzioni, e potenze, e si combineranno con le paralelle tra AB, IE, e le loro potenze, si formerà dal corso dell'acqua una linea, la quale in B sarà più lontana della linea BE, ma in E più vicina: e la ragione si è, che le direzioni AB, GR, hanno minor impeto per essere assai vicine alla ripa; e la IE molto maggiore per essere più vicina al mezzo; ed al contrario le riflessioni in B, ed H, si fanno più vigorosamente per essere meno impedite dalle combinazioni delle direzioni paralelle, che verso E, e perciò maggiore sarà la riflessione in B, che in E; tal linea può essere o retta, o

curva, secondo la proporzione colla quale si accrescono le potenze, procedendo da B verso E; ma per lo più sarà curva, attesa la rigorosa uniformità che si richiede nelle proporzioni, e ne' moti, acciò tal linea sia retta. Saranno adunque dal resistente BE rivoltate tutte le direzioni paralelle, verso la sponda CD; e conseguentemente intersecando esse tutte le altre paralelle, che non incontrano il resistente BE, faranno loro cambiare direzione, e voltare contro la ripa D; la quale sarà corrosa 1.° per essere battuta dalle direzioni mutate, e rese più vigorose dall'alzamento dell'acqua lungo BE, il cui conato non potendo agire contro il resistente, nè contro il corso del fiume, darà maggior impeto all'acqua per la direzione BE, o per quella che risulterà al corso del fiume dalle cause sopra dette, 2.° perchè ristringendosi tutto il corso dell'acqua in DE, dovrà questa elevarsi; e per conseguenza resa più veloce si profonderà, e si allargherà l'alveo dalla parte di D, nella quale si suppone minore la resistenza.

COROLLARIO I.

E perchè secondo la combinazione delle forze che si trovano nelle direzioni paralelle, e nelle riflesse, il corso dell'acqua più, o meno si scosta dal resistente BE; perciò, se le seconde avranno alle prime una proporzione insensibile, si prenderà dall'acqua un corso paralello, o radente il resistente BE; e perciò *quando le acque corrono con poca velocità, accomodano il loro corso alle linee degl' impedimenti, e delle sponde.*

COROLLARIO II.

Ed al contrario, *quanto più la detta proposizione si accosterà alla proporzione di egualità, tanto più si allontanerà il corso dell'acqua dal resistente.*

COROLLARIO III.

Similmente perchè la corrosione della ripa opposta al resistente si fa in parte dalle direzioni mutate dell'acqua che vanno a batterla; perciò *quanto più l'angolo di esse con la ripa s'accosterà all'angolo retto, tanto più danno ella ne riceverà;* e perciò ha molto luogo per fare questo effetto, l'inclinazione dell'angolo che fa il resistente colle direzioni paralelle del fiume.

COROLLARIO IV.

Per la stessa ragione, essendo causa della corrosione della ripa CD

l'angustia della sezione, o il ristringimento dell'alveo in DE; ed essendo fatto tal ristringimento dal portarsi BE dentro il corso del fiume, perciò *quanto maggiormente si allungherà il resistente verso il filone dell'acqua, tanto più la ripa opposta sarà corrosa, e renderassi tortuoso l'alveo.*

COROLLARIO V.

Sebbene *quanto meno è veloce il corso dell'acqua* per le linee, e direzioni paralelle, tanto più s'accosta la di lui direzione mutata a quella del resistente, e perciò si dirige a battere con angolo maggiore la ripa opposta; ad ogni modo perchè tale direzione si fa senza molt'impeto, *non può rivoltare con molta efficacia, verso la sponda CD, le direzioni dell'acqua non impedite dal resistente, che non vale per questa cagione a fare molto effetto, il quale* in tal caso, quasi tutto si dee attendere dal ristringimento della sezione; e conseguentemente per la regola degli opposti, *quanto più veloce sarà il fiume, e quanto più il resistente ributterà il corso dell'acqua*, cioè quanto meno d'impeto assumerà in se medesimo, *tanto maggiore succederà la corrosione della ripa opposta.* E perciò *ne' lavorieri che si fanno per rivoltare il corso de' fiumi, si dee considerare fra le altre cose la robustezza de' medesimi, la direzione che hanno paragonata al corso del fiume, la velocità di questo, e la lunghezza del riparo, per potere in qualche maniera presagire la qualità dell'effetto, ch'è per succedere.*

(1) Intorno alla direzione del resistente BE, sarebbe molto da discorrere, e richiederebbesi un intero trattato, tante possono essere

(1) Oltre lo diversità che si ponno considerar ne' ripari, e ne' loro effetti a riguardo degli angoli che essi fanno colla corrente del fiume tanto nel piano orizzontale, o paralello al fondo, quanto ne' piani verticali paralelli alle ripe (delle quali sole diversità prende l'autore a trattare ne' seguenti corollarj) altre ponno nascere dalla diversa situazione, e pendenza del piano superiore, o dal ciglio di essi ripari rispetto al fondo del fiume, altre dalla figura rettilinea, o curva della base de' medesimi, altre da quella delle sezioni rette alla base di quella faccia che essi presentano all'acqua, altre dalla materia più o meno cedente, o resistente, di cui sono composti, altre dalla struttura, e legamento delle loro parti, altre da altre cagioni; e però con gran ragione ha egli detto, che talo argomento richiederebbe un intero trattato, e lo stesso ha dichiarato più sotto nel §. *Prima di levar mano*, protestando di non aver toccata, che leggermente tal materia, nella quale in fatti non poco ha lasciato da desiderare. Ciò che rende più difficile questa dottrina de' ripari è che ciascuna delle diversità addotte può avere le sue particolari ispezioni, non pure in ordine alla maggiore, o minor impressione, che possa far l'acqua nel riparo, ma anco in ordine alle alluvioni, o alle corrosioni che possono seguire o superiormente, o inferiormente al medesimo, quando il fiume sia torbido, dal che può dipendere che il lavoro non solo riesca

le di lei diversità. Parlando però generalmente, si possono considerare sei differenze, tre delle quali risguardano l'angolo, che il medesimo resistente fa orizzontalmente colla corrente del fiume; e le altre tre risguardano l'angolo fatto colla medesima corrente, ma verticalmente. Quanto agli angoli orizzontali, questi, o ponno essere retti, come quello che fa FD (*fig.* 31.) colle direzioni paralelle CD, CF, o acuto, come CDH, o ottuso, come CDI. Quanto a quest'ultimo, di già si è veduto ciò ch'egli sia per operare; onde resta da considerare brevemente quale sia per essere l'effetto degli altri due FD, DH; e quanto ad FD =

COROLLARIO VI.

Si deduce da quest'ultima proposizione, che le riflessioni si faranno all'opposto delle direzioni CD, CF, e che *essendo il fiume veloce, e stabile il resistente* DF (*fig.* 32.); *converrà che le riflessioni opposte alle direzioni, finalmente si equilibrino, e l'acqua si renda stagnante dentro l'angolo* CDF, quanto cioè, per esempio, prenderà il triangolo KDF; dico *il triangolo* KDF, perchè maggiori saranno le riflessioni vicino la ripa CD, che lontano da essa; e ciò per più ragioni:

---

in fatti più o meno atto a resistere di quello, che farebbe in riguardo alla sola considerazione delle direzioni, o sia degli angoli, ma produca maggiore, o minore beneficio deviando più, o meno il corso dell'acqua verso la sponda opposta.

Tuttavia per quello almeno che riguarda la proporzione delle forze, o impressioni che soffrono dall'acqua i ripari, secondo i diversi angoli orizzontali ne' quali essi sono inclinati alla corrente del fiume (considerando le dette impressioni come percosse istantanee, senza aver riguardo alle riflessioni delle linee dell'acqua, che debbono seguire nell'incontrare che fanno lo stesso riparo, il che turba grandemente le loro azioni per la resistenza che fanno, e che scambievolmente ricevono le linee dirette, e le riflesse) si può vedere quello che ne ha dimostrato il p. abate Grandi nella proposiz. 41, e nelle seguenti del libro 2 del movimento delle acque, e quel di più, che poi ha soggiunto nelle proposizioni 45, e 46 in ordine alla figura orizzontale, più o meno atta a resistere, potendosi dalla sua dottrina ricavare utilissimi avvertimenti, per giudicare degli effetti de' ripari, e per prescegliere in pratica più una, che un'altra forma. È specialmente giova sapere (ciò che egli mostra ne' luoghi accennati) che data la lunghezza del riparo rettilineo, e la velocità dell'acqua, le impressioni che questa fa sul riparo, sono come i quadrati de' sini delle inclinazioni di esso colla corrente; data l'inclinazione, e la velocità, sono come le lunghezze; e data la lunghezza, e l'inclinazione, sono come i quadrati delle velocità, dalle quali ragioni debitamente composte ne risultano le impressioni per tutti i casi possibili, avvertendo tuttavia che queste fanno altro effetto in ordine allo scalzare il riparo, secondo che l'angolo dalla parte superiore è ottuso, o acuto, ancorchè abbia il medesimo sino, come ivi distesamente si spiega. Lo stesso argomento ha preso ad illustrare sopra i medesimi fondamenti il sig. Tommaso Narducci dottissimo patrizio Lucchese nella parte 10 del suo libro sopra la forza delle acque correnti.

prima, perchè il resistente DF è più robusto ordinariamente vicino alla ripa, che lontano da essa, e perciò toglie meno d'impeto all'acqua, e la ribatte con più vigore. Secondo, perchè l'acqua CD è meno veloce, come impedita dallo sfregamento colla sponda, e perciò meno resiste alle riflessioni: onde è, che maggior proporzione può avere la forza ribattuta alla diretta verso D, che verso F. Terzo, perchè elevandosi l'acqua per la resistenza DF, e facendo un conato inclinato alle direzioni paralelle a GF, potranno le direzioni composte, prese vicino al resistente, incontrare nuovamente l'opposizione del medesimo, e prendere con ciò nuova occasione di ristagnare: cosa che non potrà succedere, facendosi più lontano dal resistente DF la composizione delle direzioni; perchè supposto, che tal direzione composta sia quella che con la sponda faccia l'angolo FKD, sarà KF la prima che non troverà opposizione, e perciò tutte l'altre tra K, e D, essendo impedite, renderanno l'acqua, se non affatto stagnante, almeno ritardata; *e perciò ne seguirà l'effetto della deposizione della torbida dentro il triangolo* KDF.

COROLLARIO VII.

Però *secondo la diversa forza del resistente* DF, *e secondo la diversa velocità della corrente, sarà l'angolo* FKD, *ora più acuto, ora più ottuso; e la linea* KF *ora retta, ora concava;* perchè egli è certo, che *se il resistente* FD, o cedendo, o in altra maniera, *permetterà il corso sino in* L; o se la forza della direzione CL sarà tanto grande, che commensurata alla resistenza che fa DF, possa giugnere sino in L, *sarà l'acqua resa stagnante solamente dentro il triangolo* LDF *minore del primo*, e conseguentemente *minore sarà la deposizione della torbida*. E finalmente, *se* DF *permettesse il corso sino a se medesimo*, senza fare veruna riflessione, *il conato s'eserciterebbe per la medesima direzione* DF, ma questo caso è assai difficile da succedere.

COROLLARIO VIII.

Quindi è chiaro, che *i ripari che secondano il corso del fiume. sono meno atti a cagionare delle alluvioni, avanti di se, di quello siano gli opposti ad angolo retto al corso del medesimo;* e perciò restano in un quasi continuo tormento che ricevono dalla corrente, che sempre coopera alla loro demolizione; vero è, che tali ripari, retti al corso del fiume richiedono tanto maggiore robustezza, quanto è maggiore la forza della percossa ricevuta ad angoli retti, che obbliqui; e perciò un vantaggio vien compensato con un disavantaggio; e

ricercasi il giudizio dell' architetto, a sapere scegliere secondo le occasioni, quello che sia per riuscire più profittevole.

COROLLARIO IX.

Di quì è manifesta la ragione del diverso modo che si pratica in diversi luoghi, per riparare alle corrosioni de' fiumi; vedendosi che altri adoprano resistenze robuste, per ostare alla corrente, altri si contentano di piccioli ripari, che facilmente cedono al corso; altri li dirigono in un modo, altri in un altro: potendo essere tutte le predette maniere utili, secondo la diversità de' casi; poichè chi usa di fare i ripari con frasche d'arbori flessibili, che ponno radicarsi nel fondo, ha ragione di praticar questo modo, o in fiumi di poco veloce corso, e torbidi, a' quali ogni picciolo resistente basta per far deporre la torbida; o in fiumi di corso molto veloce, che non tollerano grandi ostacoli, ne' quali la flessibilità del resistente serve, a non dar pena al fondamento del riparo; e a poco a poco può fare quello che non farebbe un ostacolo più rigido, contro il quale operando gagliardamente la corrente, facilmente lo svellerebbe: ed in questo caso quello che si leva alla brevità del tempo, s'aggiunge alla sicurezza dell' opera; ma si richiede maggiore, e più lunga l'attenzione al mantenimento, e protrazione del riparo. Chi ha buoni fondi, e buone sponde, per assodare i ripari, e chi sa fabbricarli di tale struttura, che una parte concorra alla robustezza dell' altra, può intraprendere di farli grandi, e molto resistenti; ma veda di non ingannarsi in proporzionarli alla corrente del fiume. Opera più sicuramente, ma con minore effetto, chi seconda co' ripari in qualche modo il corso dell' acqua, ma v'è bisogno di una continua vigilanza per conservarli: ed al contrario con più effetto, ma con minore sicurezza, chi li spinge ortogonali alla corrente; poichè quando questi si sono fortificati colle alluvioni da una parte, e dall' altra, non è soggetta al tormento dell' acqua altra parte di esso, che la più lontana alla ripa.

In questo caso si dee però avvertire, che essendo più veloce l'acqua per GF, che per CD, ed essendo trattenuta, e ristagnata; può darsi il caso, come molte volte si dà, che l'acqua più si elevi in F, che in D, e che perciò dividendo il suo corso, una parte si porti verso la punta del riparo F, ed un'altra verso D. Succedendo ciò, si farà un vortice dentro il triangolo FDK, che impedirà la deposizione della torbida, anzi potrà corrodere la ripa LD; ma sarà facile il rimediarvi, se il riparo DF non si spingerà tutto in una volta contro la corrente, ma a poco a poco; e le si lascieranno fare le alluvioni prima di prolungarlo più avanti, lasciando sempre tanto di esito al fiume nella parte BF, che non possa fare forza considerabile contro

il riparo, ne cagionare vortice di momento in KDF, ed avvertendo d'incastrare il riparo nella ripa tanto, che corrodendosi essa qualche poco, non possa il fiume trovare sfogo dalla parte di essa, e prendere in mezzo il lavoro.

COROLLARIO X.

Ma se *i ripari saranno opposti ad angolo acuto alla corrente*, come FD, egli è certo, che battendo l'acqua in FD (*fig.* 33.) per la direzione GF, sarà essa ribattuta in FK, e la HI, in IL, e che arrivando alla ripa, di nuovo sarà riflessa in KM, LN, le quali direzioni, e riflessioni combinate con altre, *faranno* passare le direzioni rette dell'acqua in *un vortice, che impedirà le deposizioni, e corroderà la ripa* CD. Il corso però del fiume non potrà farsi, che secondo la direzione EF, per la ragione detta di sopra, supposta la resistenza della ripa ED. Vero è che *tali vortici non potranno estendersi alla punta dell'angolo* D; *ma essendo le loro linee circolari, o spirali, solo si faranno in quel tratto del triangolo* EFD, *che sarà comune al circolo, o spirale predetta*, che necessariamente dovrà toccare il riparo FD, e la ripa ED in due punti, che saranno i luoghi ne' quali, e l'uno, e l'altra patiranno maggiori danni; quindi è, *che se questi luoghi saranno maggiormente fortificati, tanto che resistano, almeno sin che la ripa opposta sia corrosa; allora abbandonando l'acqua il corso verso l'ostacolo* FD, *si scemerà o si toglierà la forza del vortice, e succederà l'alluvione dentro il triangolo* EFD. In questo particolare, si dee ancora avvertire, che *se l'angolo* FDE *sarà molto acuto, più dalla di lui punta* D *si scosterà il vortice, ma per lo contrario dovrà molto prolungarsi il riparo*, acciocchè faccia effetto sensibile nella corrosione della ripa opposta. Io però non sarei mai autore di anteporre, in parità di circostanze, questi ultimi ripari agli ortogonali: perchè quando anche egualmente operassero, quanto a se, e gl'uni, e gli altri; i retti, però in eguale lunghezza, rispingono sempre più la corrente verso la ripa opposta, e danno occasione di operare alla seconda cagione predetta, che è l'angustia della sezione.

COROLLARIO XI.

Rispetto all'angolo fatto da' ripari sul piano verticale, colla corrente de' fiumi, *non è da dubitare che la direzione del riparo a lungo della corrente non sia la migliore*. Per più chiara spiegazione di ciò, s'avverta, che può darsi che il riparo riceva la corrente AB (*fig.* 34.) ad angoli retti, come BD, o ad angolo acuto, come BC, o ad angolo ottuso come BE. Intendasi prima *il resistente* CB *ad angolo acuto con la corrente:* in questo caso egli è evidente, che la direzione del

resistente *ribatterà la corrente dell'acqua verso il fondo*, come per GI, quella che viene per la direzione HG ec. la quale spinta dalla corrente AI, e dalle altre tra HG, AI paralelle insieme, e combinata con esse, opererà per la direzione obbliqua FB, *e perciò roderà il fondo in* B; e se il riparo non sarà piantato ben profondamente, potrà scalzarlo, e portarlo via. *Lo stesso succederà, abbenchè meno, all' acqua ribattuta dal resistente* BD, *la quale* sebbene sarà riflessa con direzione opposta ad HX, nulladimeno, per virtù della medesima direzione, sarà divisa, parte verso D, parte verso B; e perciò in B succederà l'escavazione del terreno, che *potrà togliere il fondamento al resistente* BD, *e conseguentemente svellerlo*. Ma *il riparo* BE, perchè ribatte la forza dell'acqua all'insù, *non potrà essere scalzato nel fondamento*; e per conseguenza, *se avrà forza bastante da non rompersi per lo corso dell'acqua, sussisterà, anzi rincalzandosi* a causa delle alluvioni, che si faranno al di lui piede, *si renderà sempre più forte, e più resistente*.

COROLLARIO XII.

Non solo il resistente BE *rivolterà la corrente verso la ripa opposta* D, *ma* essendo cagione che s'impedisca il moto dell'acqua nel triangolo XBE (*fig.* 30.), necessariamente *dovrà farsi in detto triangolo dell' alluvione*; e perciò *sarà il resistente rincalzato al di dietro di terra:* ciò però s'intende, *ogni volta che il resistente abbia tanta altezza, quanto basta per non essere sormontato dal fiume*, e che l'acqua vi si porti di rigurgito, girando attorno ad E, ed equilibrandosi con quella che corre al disotto del resistente; altrimenti, *se l'acqua potrà sormontarlo, e se vi sia considerabile differenza tra'l livello della di lei superficie di sopra, e di sotto dal resistente*, come se detta differenza fosse EP; *dovendo l'acqua cadere da F in P, scaverebbe il fondo del fiume verso* B, ed ivi impedirebbe l'alluvione, la quale però potrebbe manifestarsi poco più lontano. *Quando* però *l'acqua di sopra, e di sotto* da BE, *fosse quasi nel medesimo livello*, o almeno nella medesima linea, che il restante della superficie del fiume, *ciò non dovrebbe succedere, ma solo la deposizione della materia terrea*. Questo effetto non solo è proprio de' resistenti inclinati alla corrente, ma anche degli altri, o retti, o contrapposti alla medesima, e perciò *bisogna avvertire, quale sia la natura de' fiumi, dentro de' quali si fabbricano i ripari*; poichè se essi avranno le piene subitanee, o la velocità grande, o il pendio del fondo considerabile; considerabile anche sarà la predetta differenza de' livelli, della quale non dovrà tenersi conto ne' fiumi di poco corso, di fondo piano, e che durino molto tempo in portare la piena al suo maggior colmo.

Prima di levar mano dalla considerazione degli effetti de' ripari (ch' io mi protesto di non aver toccati, che leggermente, e per digressione, non essendo questo il mio principal fine in questo trattato) io non voglio lasciare di motivare alcuni punti necessarj in questa materia; il primo di essi è, che *quanto più alto è un riparo, tanto riesce egli più debole*, non solo per le maggiori spinte che riceve dall'acqua, quanto per ragione della leva, l'ipomochio della quale si dee intendere nel punto, nel quale quello sorge dal terreno; 2.° *che, desumendosi la direzione de' fiumi dalla direzione del filone, e questa seguitando regolarmente la maggiore profondità dell' alveo, che può essere cagionata dall' azione de' ripari anche bassi, perciò il più delle volte poco*, o *nulla serve il fabbricarli molto alti*. 3.° *Che si dee avere riflesso alle cause produtrici delle corrosioni*; perchè la rimozione di esse alle volte serve molto più che tutti i ripari del mondo; e frequentemente succede, che la spontanea cessazione delle medesime, perchè non avvertita, dà un gran credito, benchè non meritato, ad un' opera male intesa, e peggio eseguita; quindi è, che chiunque rinvenirà le vere cagioni degli effetti perniciosi che accadono ne' fiumi, potrà molte volte con poco di spesa, e fatica ottenere l' intento desiderato; e serva per regola universale, che *sempre più sicuro sarà il rimediare alle cause che l' ostare all' effetto*. 4.° *Che si dee scegliere tal luogo al riparo, che possa superare non essere superato dal corso dell' acqua; che possa fare l' effetto desiderato, e darli quella direzione, che più richiederanno le circostanze*. 5.° *Che qualunque riparo obbligato a soggiacere all' impeto dell' acqua, richiede una continua vigilanza, e precauzione tanto in conservarlo, quanto in ripararlo, dove porta il bisogno*; altrimenti essendo l' azione dell' acqua continua (atta perciò a vincere colla lunghezza del tempo qualsisia ostacolo) facilmente verrà il caso, che il riparo sia danneggiato, ed allora bisogna rimetterlo, quando per altro se ne trovi buon effetto; altrimenti può darsi, che demolito il riparo, e indebolito perciò il fondo del fiume, il danno da esso ricevuto resti maggiore di prima.

PROPOSIZIONE VIII.

(1) *Ne' medesimi supposti della proposizione antecedente, se il*

---

(1) Dalla considerazione de' ripari artificiali che resistono al corso dell' acqua passa l' autore a quella degli altri ostacoli, che opponendosi al medesimo corso non sono atti a resistergli, ma ne rimangono corrosi, quali sono le sponde medesime del fiume, quando si avanzano a ricever la corrente con qualche notabile inclinazione; nella qual materia si avverta poter cadere quasi tutte quelle medesime ispezioni, che abbiamo accennate nell' annotazione precedente in ordine a ripari, onde qui ancora potrebbe aver luogo un intero trattato.

resistente sarà composto di parti ammovibili, e di tanta altezza che possa sostenere l'effetto che si dirà, sarà esso corroso inegualmente, e formerà una concavità, le cui direzioni spingeranno il corso dell'acqua alla parte opposta.

Intendasi nuovamente il fiume ABCD (*fig.* 35.), di cui tutte le direzioni siano paralelle ad AB, o CD; e che correndo da C in D, incontri il resistente DE composto di parti ammovibili, come sarebbe una sponda di terreno tanto alta, che non possa essere sormontata dall'acqua: dico che detta sponda non potrà sussistere nella situazione DE, ma corrodendosi, si ridurrà in forma di una linea curva v. g. DFG, dalle direzioni della quale sarà rivoltata la corrente, verso la sponda AB.

Posciachè essendo il moto, per le direzioni paralelle, impedito maggiormente, quanto più le linee di esse sono vicine alla sponda, sarà l'impeto per CD minore, che per HE; ed essendo DE in linea retta, saranno tutti gli angoli fatti dalle linee di direzione con essa eguali; e perciò maggiore sarà lo sforzo dell'acqua per la direzione HE, che per la CD: ed in oltre essendo la sponda DE verso il suo ultimo termine (come non fortificata dall'unione, e rincalzamento delle parti vicine) meno risistente in E, che in D; maggiore per l'uno e per l'altro capo, sarà l'effetto in egual tempo in E, che in D; e perciò in E si farà maggiore corrosione che in D; e perchè simili effetti sempre più si diminuiscono, quanto più obbliquo è l'angolo dell'incidenza; accrescendosi sempre più l'obbliquità all'accrescersi della corrosione, e diminuendosi l'impeto per la direzione KI (1) finalmente si arriverà ad un angolo KID così acuto, che la resistenza nata dall'adesione delle parti del terreno, sarà bastante a pareggiare la forza dell'acqua; e perciò la ripa si stabilirà in DI inclinata alla corrente KI. Quindi è, ch'equivalendo essa ad un resistente composto di parti non ammovibili, comincierà a ribattere la corrente verso la ripa opposta AB (*per la proposizione antecedente*) e conseguentemente farà voltare qualche poco la direzione LM, verso la medesima sponda AB; (2) ma perchè voltata questa direzione, come in LOP, farà colla sponda un angolo minore di LMD; perciò essendo questa battuta ad angolo più obbliquo, resterà con maggiore possanza, per

(1) In questo discorso la direzione KI si dee intendere così vicina alla ripa CD (a cui è paralella) che la porzione della ripa corrosa, e stabilita in ID, ancorchè curva si possa sensibilmente riguardare come retta, e l'angolo KID come rettilineo.

(2) Qui per l'angolo LMD, che è mistilineo si vuol intendere l'angolo rettilineo, che fa la direzione LM colla direzione MI, ovvero MF dalla sponda corrosa nel punto M, cioè l'angolo della retta MI colla tangente della curva GMD nel punto M.

resistere all'impeto della direzione LM, se bene esso sia qualche poco maggiore di quello della direzione KI; e perciò l'angolo LMD sarà qualche poco maggiore dell'angolo KID; (1) al quale in fine (cioè quando la sponda sia stabilita in P) sarà eguale l'angolo OPN. Nella stessa maniera si dimostrerà che l'angolo NFM dovrà essere maggiore dell'angolo LMI ec. ma ciò essendo, non potrà la linea DFG essere retta; perchè la linea retta fa angoli eguali con tutte le direzioni paralelle; adunque sarà una curva, le cui tangenti facciano sempre angolo maggiore colle direzioni, più lontane alla sponda CD, cioè una curva concava, la cui specie dipende dalla diversa proporzione, che ha l'impeto dell'acqua alla resistenza del terreno, del quale è composta la sponda; poichè se maggiore sarà la resistenza in I, con maggior forza ancora sarà riflessa l'acqua da I, che unita colla direzione susseguente, farà sì che resti battuta più obbliquamente la sponda; e per conseguenza meno sia ella corrosa, onde resti l'angolo LMI tanto maggiore. Secondo la proporzione adunque colla quale cresceranno gli angoli fatti dalle direzioni paralelle colle tangenti della curva DFG, sarà ella, o di una spezie, o di un'altra. Resta da provarsi, che detta curvità DFG spingerà l'acqua alla ripa opposta; ma ciò è evidente, perchè correndo anche l'acqua sul tipo di una linea curva che le fa sponda, viene a mutare ad ogni punto direzione, che è quella delle tangenti di essa; ed essendo tutte queste inclinate alla sponda CD, prolungate che siano, anderanno a tagliare la ripa AB; e per conseguenza verrà ad essere indirizzata l'acqua verso di essa. Il che ec.

---

(1) Il punto P che in questa figura è situato dentro la curva della sponda corrosa GMD si vuol intendere sulla periferia della detta curva tra M, e F, e al detto punto dee terminare la linea OP, che rappresenta una linea d'acqua distornata dalla sua direzione LOM per la reflessione di essa fatta nella sponda DIM.

Tralascio altre annotazioni a questa dimostrazione, che non ha forse tutta l'evidenza desiderabile. Vi sarebbe oltre di ciò da considerare l'effetto delle corrosioni, e la loro curvatura ne' piani verticali, o sia nelle sezioni delle ripe corrose perpendicolari al fondo del fiume, non avendoli l'autore considerati, che ne' piani orizzontali, o paralelli al fondo; ma la materia è inviluppata di tanta difficultà, o tante sono le supposizioni, che conviene assumere per una tale indagine, che è difficile trattarne se non in una certa generalità di poco uso nella pratica. Veggasi nulladimeno ciò che con molta acutezza ne scrisse il sig. Bernardino Zendrini matematico della Serenissima Repubblica di Venezia nella dissertazione pubblicata sopra questo argomento nell'articolo 3 del tomo 21 del giornale de' letterati d'Italia pag. 105.

COROLLARIO I.

Da questa proposizione apparisce, che *le corrosioni de' fiumi, arrivate che siano a formarsi la curvità, che richiede la combinazione delle cause, e delle circostanze non crescono di più, ma sono lasciate dal corso dell' acqua le ripe intatte egualmente, come se fossero parallelle fra di loro, ed alle direzioni del fiume;* e su questa ragione s' appoggia la forma praticata dagli architetti ferraresi nel ripararsi dalle corrosioni del Pò grande, che è di ritirarsi addietro colle arginature, e solamente di difendersi dagli effetti delle corrosioni, cioè dalle innondazioni con nuovi argini, ma non mai di ostare alle cause che producono la corrosione.

COROLLARIO II.

Perchè la forza delle direzioni, unita a quella delle riflessioni, fa accrescere l' impeto; perciò *è evidente la causa, per la quale il filone si tiene più vicino alla ripa nelle corrosioni, che ne' siti retti del fiume;* perchè, cioè l' acqua resa più veloce, meno patisce dalla vicinanza della ripa. E similmente si manifesta la cagione, per la quale il filone nel principio della corrosione, meno s' accosta alla ripa corrosa, di quello faccia più a basso; posciachè non solo unite le forze di più direzioni, e di più riflessioni in G, che in M, rendono l' acqua più veloce, ma anco perchè le direzioni più violente, come HG, spingono la corrente più vicino alla ripa in G, che in M.

COROLLARIO III.

Perciò *nelle corrosioni non istabilite, maggiore sarà il tormento della ripa in quella parte di essa, alla quale più s' accosta il filone* (questo sito sia chiamato *vertice della corrosione*) *ma nelle stabilite sarà eguale per tutto;* e perciò *in quelle corrosioni, nelle quali il filone si porta sempre più a basso, succedono delle alluvioni nelle parti superiori, e delle corrosioni nelle inferiori.*

COROLLARIO IV.

E perchè *i fiumi quando sono più larghi, tanto sono più atti a portare il vertice della corrosione più lontano dal principio di essa;* perciò *ne' fiumi maggiori, le corrosioni prendono maggior giro*, ed occupano più terreno, internandosi nelle campagne; e conseguentemente *i fiumi più grandi hanno meno frequenti le tortuosità.*

COROLLARIO V.

Ed essendo che nel *vertice della corrosione s' unisce il maggior impeto del fiume*, operante per una direzione determinata, ch' è la tangente del vertice; ed incontrandosi da lì in giù le direzioni parallelle sempre più languide, e le riflessioni più vigorose, perciò *il filone dovrà scostarsi dalla ripa corrosa sempre maggiormente;* e ciò serve *a fare ribattere la corrente verso la parte opposta, con angolo meno obbliquo.*

COROLLARIO VI.

Dal che ne segue, che *facendosi dentro d' un fiume, disteso in linea retta*, per qualche causa accidentale, *la corrosione, v. g. della ripa destra, dovrà seguirne una* eguale, o poco minore *nella sinistra, e questa ne cagionerà un' altra nella destra ec.* E perciò *i fiumi, per ordinario, si vedono correre dentro alvei composti di parti, o tronchi retti, inclinati l' uno all' altro, ed uniti negli angoli con linee curve*, che sono le formate dalle corrosioni.

COROLLARIO VII.

E perchè posta la medesima resistenza nelle ripe, le corrosioni succedono tanto maggiori, quanto più i fiumi sono veloci, e servendo al corso la rettitudine per renderlo più veloce: quindi è, che *succedono maggiori quelle corrosioni, che sono imboccate nella parte superiore, da' tronchi retti del fiume medesimo, per li quali, cioè, il fiume abbia potuta prendere quella velocità di accelerazione, che gli è permessa dalle sue condizioni;* e qua cade la considerazione di tutte quelle cause, che possono rendere più veloce il corso d' un fiume.

COROLLARIO VIII.

Similmente perchè supposta la medesima velocità d' un fiume, tanto più opera ella in corrodere la ripa, quanto più questa se le oppone rettamente; perciò *maggiori succederanno le corrosioni, quanto meno ottusi saranno gli angoli, formati dalle direzioni del medesimo fiume colla situazione della ripa dalla parte inferiore.*

COROLLARIO IX.

Per una simile ragione *più facilmente cederà una ripa arenosa, che una cretosa;* e perciò *secondo la diversità della resistenza delle ripe maggiori, o minori si faranno le corrosioni.*

COROLLARIO X.

Essendo che *nelle corrosioni sempre, per lo meno, si ritarda notabilmente la velocità dell' accelerazione acquistata per lo pendio dell' alveo;* perciò *se un fiume retto incontrerà la resistenza d' una ripa*, v. g. se AB (*fig.* 36.) incontrerà BC *col farli rivoltare il corso in* BC, *farà la corrosione* in B; *ma* potrà darsi il caso che *ribattuta l' acqua* in C, *non potendo* per BC *rendersi nuovamente tanto veloce*, quanto per AB; *e per conseguenza percotendo* C *con forza minore* di quella, con che ha prima percossa la sponda B, *non faccia ivi tanta corrosione*, e per conseguenza *sia la corrente ribattuta* in D *ad angolo più obbliquo, e così successivamente;* dal che ne può avvenire, che dopo alcune battute, e ribattute, trovando l' alveo FG retto, di nuovo s' indirizzi il corso dell' acqua per esso.

COROLLARIO XI.

A questi ultimi corollarj, si dee avere riflesso ne' tagli che si fanno per raddirizzare il corso a' fiumi; nelle quali operazioni si dee avvertire per regola 1.° *d' imboccare, coll' incile del taglio il filone del fiume*, altrimenti o egli non vi entrerà, *o* entrandovi di nuovo si farà tortuoso. 2.° *Di mandare lo sbocco del medesimo taglio quanto si può a seconda del filone delle tortuosità susseguenti*, se non si vogliono fare cambiare al fiume i siti delle corrosioni inferiori, il più delle volte con grave danno. 3.° *Che quando non sia possibile ottenere quest' ultima condizione, si dee fare il taglio in due linee, che facciano fra loro un angolo il più che sia possibile ottuso.* 4.° *Che quando non riesca di ottenere una buona imboccatura del filone superiore nel taglio, è necessario di sforzarlo ad entrarci con qualche lavoriero fatto nell' alluvione opposta alla corrosione; o* pure con traversare la corrente, almeno in parte, con buone palificate. 5.° *Che quando la caduta del taglio fosse assai grande in proporzione di quella che avesse il fiume per le tortuosità, potrebbe questa supplire in qualche parte al difetto della buona imboccatura ec.*

COROLLARIO XII.

Alle cose predette si dee anco riflettere, in destinare il luogo agli argini che si fanno, o ad uno de' tagli predetti, o ad un nuovo alveo di fiume; perchè in ciò succedono errori infiniti, fabbricandosi alle volte argini in certi siti, che sono dovuti alle corrosioni, le quali necessariamente sono per accadere, se non sul principio, almeno quando tutta l' acqua del fiume si porterà a correre per gli alvei

arginati: ed io potrei addurne qui molti esempj, se non istimassi meglio di star lontano dal condannare le operazioni degli altri.

PROPOSIZIONE IX.

Se in una palude, lago, laguna ec. entrerà un fiume torbido; ivi deponendo la materia terrea, la eleverà di fondo, e si formerà l' alveo dentro di essa, in mezzo alle proprie alluvioni, prendendo quella strada che li sarà insegnata dalla direzione della foce, dalle resistenze che troverà, e dall' esito, se vi sia del lago, o della palude ec.

Che un fiume d'acqua torbida, entrando v. g. in una palude, perda il moto, è manifesto per esperienza, e per ragione; siccome è fuor di dubbio, che perdendosi l' agitazione nelle acque torbide succedano delle alluvioni: resta solo da spiegare in qual maniera possa un fiume con esse formarsi l' alveo, e quali siano le cagioni che concorrono a determinare il sito di esso.

Sia dunque il fiume ABC (*fig.* 37.) che entri nella palude CDEFG; e sia in C lo sbocco del fiume, la cui ultima direzione sia BC; e sia in E l' emissario di essa palude: dico che per determinare il sito al fiume da C in E, concorrono la direzione BC, il sito di E, e gl' impedimenti che di quando in quando incontra il corso dell' acqua nella palude. Posciachè egli è certo, che dovendo l' acqua nel tronco dello sbocco, BC avere qualche velocità; ed eguale, se non maggiore altezza di superficie in B, che in C; dovrà il semplice conato dell' acqua della palude in C, cedere alla velocità del moto attuale per BC; adunque *l' acqua non solo correrà dentro l' alveo* BC, *ma prolungherà per qualche spazio il suo corso dentro della palude v. g. da* C *fino in* H, sempre però indebolendosi, sino a perdere ogni moto sensibile. Supponiamo che ciò succeda in H; adunque l' acqua entrando torbida, sarà poi resa stagnante per tutta la palude, fuor che nel sito CH; e (1) perciò lateralmente a CH deporrà la torbida, e succederanno delle alluvioni, le quali colla loro altezza, chiuderanno un sito lasciato basso da C in H, e per questo continuerassi il corso del fiume. *Risguardando* dunque *la sola direzione* BC, *dovrà tal principio d' alveo distendersi in una linea retta* CH, *e continuarsi sempre la medesima*, elevandosi maggiormente le sponde laterali, sino a sopravvanzare la superficie dell' acqua della palude, costringendo con ciò il fiume a

(1) Cioè a dire chiuderanno quel sito, sopra cui per aver avuto corso l' acqua, non sarà seguita tanta alluvione, quanta nelle parti laterali al detto corso, e perciò sarà restato più basso. Vedi in questa materia della formazione degli alvei de' fiumi entro le paludi, ciò che si dirà più sotto nel capo 13, e specialmente nella annotazione 3.

continuare il suo corso per un alveo nuovo, *ed a prolungare lo sbocco dentro la palude sempre a dirittura*.

Ma *se qualche cosa si opponesse al moto dell' acqua per la direzione* CH, come erbe, arbori ec. (che sono assai famigliari alle paludi) o soffi di venti, o correnti d' altre acque, abbenchè occulte, ed insensibili; come per esempio, se dentro d' una palude piena di un canneto, o di erbe, fosse aperta una strada senza impedimento come CI, allora perchè la direzione per BC, uscita l'acqua dallo sbocco C, sempre s' illanguidisce, *farebbe bene il fiume qualche sforzo per ispingersi in* CH, e sul principio ne prenderebbe per qualche picciolo spazio la linea; *ma finalmente vinto dalle resistenze, sarebbe obbligato a prendere a un dipresso la strada meno impedita per* CI. Lo stesso succederebbe, *se nella direzione* CH *s' incontrasse qualche resistente valevole a rivoltarla ad altra parte*, e per far ciò non si richiederebbe gran forza, pur che esso resistesse più delle parti vicine; perchè in tal caso *l' impeto in gran parte perduto, facilmente indirizzerebbesi ad altra parte*. E da questo principio nascono i molti rivoli, o rigagnoli, ne' quali si dividono i fiumi, che mettono la foce nelle paludi di poco fondo.

È considerabile in questo caso un'altra sorte di resistenza, che nasce dall' ineguualità del fondo della palude, la quale sebbene sul principio nulla opera, nel progresso però cagiona un impedimento maggiore di ogni altro. Poichè supposto che il maggior fondo sia in CHKLE, egli è certo, che facendosi deposizioni eguali in que' siti ne' quali l' acqua egualmente stagna, ed è egualmente torbida, necessariamente dovrà succedere, che ne' siti laterali a' fondi continuati CHKLE, dovranno le alluvioni elevarsi più presto sopra la superficie della palude, che nel mezzo; e conseguentemente formeranno come un alveo, dentro il quale dovrà il fiume prendere il suo corso; e perciò *molte volte i fiumi che hanno esito nelle paludi, e lagune, seguitano nel formarsi che fanno l' alveo dentro le proprie alluvioni, la via delle maggiori profondità di esse paludi*. Per la stessa ragione operano tutte le cause che fanno una strada, o più aperta, e spedita, o più bassa d' un' altra, come sono, oltre le tagliate dell' erbe, qualche picciola escavazione; e la via tenuta da' navicelli nel passare da un luogo all' altro, perchè in tali siti, l' acqua posta come in equilibrio, seguita la via delle minori resistenze.

Finalmente *supposto che la palude ec. non possa avere altro sfogo che in* E, è manifesto che *l' acqua portata dal fiume in essa, dovrà avere corso considerabile in* E, e che *non potendo il fiume avere sfogo in altra parte, finalmente* bisognerà (quando anche dovesse prima circuire tutta la palude) *che arrivi al luogo dove comincia il corso dell' acqua che esce per* E, *col quale combinandosi quello del fiume*

s' incamminerà a quella parte medesima. Egli è dunque dimostrato, che *le tortuosità, o sinuosità de' fiumi, i quali si formano l' alveo colle alluvioni, debbono la loro situazione, parte alle direzioni dello sbocco del fiume inalveato; parte alle resistenze trovate dentro la palude, e parte al sito dell' emissario della medesima.* Il che ec.

Non si dee però credere, come pure si è accennato di sopra, che tal fiume inalveandosi, seguiti con un ramo solo, una sola direzione; anzi piuttosto secondo la diversità delle cause vicino allo sbocco, si dovrà dividere in moltissimi rami, divisi anch' essi in altri minori, i quali a poco a poco saranno lasciati dal fiume, e serrati colle alluvioni, a misura della forza che prenderà per uno di essi il più facile, e meno impedito; dimodochè rare volte succede, che si mantengano più rami insigni, se il fiume non ha, o notabile abbondanza d' acqua, o ne' rami diversi un certo equilibrio di condizioni, non così facile da succedere.

Ecco dunque da quante cause può provenire, che i fiumi si facciano tortuosi, e come avvenga, che tali si mantengano: succede ora da esaminarsi quali siano gli effetti di essi, e quali quelli de' fiumi retti; ma prima è d'avvertire, che *i fiumi i quali corrono in ghiara difficilmente ponno mantenere la rettitudine*: perchè spingendo essi sregolatamente, e con moto lento le ghiare, molte volte le ammassano, e le lasciano al cessare della piena nel mezzo del proprio corso: ond' è che facendosi dossi, sforzano questi la corrente a voltarsi da quel lato, ove trovando qualche volta materia poco resistente in tempo di acqua bassa, può profondare un nuovo alveo, e fare come una chiamata alla piena sopravveniente. Di quì anche nascono la moltiplicità de' rami che hanno i medesimi fiumi in ghiara, le isole che dalla divisione, e riunione di detti rami derivano; (1) ed inoltre la continua variazione del letto, e del filone, osservandosi ad ogni piena, in

---

(1) Fra le conseguenze che traggono seco le perpetue, e mutabili tortuosità degli alvei de' fiumi che portano ghiaie, e sassi una si è il raccorciamento, o il prolungamento, che in virtù di tali mutazioni va succedendo delle loro linee, con che dee necessariamente andar connesso l' abbassamento, e l' alzamento del loro letto nel tratto superiore; la qual differenza d' altezza può essere assai notabile, per poco che la linea predetta si sia raccorciata, o allungata, attesa la gran pendenza che hanno i fiumi, ove portano sì fatte materie.

Quindi si spiega, come in tali siti si veggano alle volte grandissime piagge, o greti ricoperti, anzi composti di sassi, e in tal quantità, e situazione, che manifestamente fa scorgere non essere stati colà sbalzati (come talvolta succede) ma depositivi dalle fiumane, e per conseguenza soverchiati allora dalle medesime, i quali ciò non ostante sopravvanzano di qualche piede sopra la superficie delle maggiori escrescenze, contuttochè niuna manifattura sia stata fatta nel fiume, per cui tali spiagge dovessero rimanere più alte, di quel che erano, quando egli

ciò qualche notabile mutazione. Quindi è ancora la larghezza soprabbondante degli alvei ghiarosi, e la poca sicurezza che si ha da' ripari fabbricati per difesa delle ripe; e conseguentemente il poco frutto che si ricava da' mezzi, che si adoprano per mutarli di corso, ed obbligarli a correre, quanto più si possa rettamente; potendosi dire che *i fiumi in siti simili, siano quasi indomabili*, o almeno richiedano una più che ordinaria vigilanza, ed assistenza per essere mantenuti in dovere; e ciò è sempre tanto più vero, quanto le ghiare, o sassi sono più copiosi, e più grandi di mole. Al contrario *i fiumi che corrono in sabbia, sono molto più maneggiabili*, per la quasi intera uniformità della materia, della quale viene composto l' alveo; *e perciò essendo diritti, facilmente si conservano, e le loro botte più agevolmente si difendono;* e mantenendosi il corso quasi sempre nel luogo medesimo, *non hanno bisogno di tanta larghezza di letto;* onde in molti casi è facile di mutare loro l' alveo, o con cavi proporzionati, o con ripari ben intesi, o con accrescimento di caduta, o con maggiore facilità di sfogo; regolandosi in questi casi la maggiore, o minore facilità dalla considerazione della velocità del corso dell' acqua; dalla direzione, ed impeto in essa impresso; dalla situazione della ripa ec.

Passando ora agli effetti de' fiumi retti, e tortuosi, facilmente si ponno quelli dedurre da ciò che abbiamo fin ora detto. E prima (1) *i fiumi retti mantengono più scavato il loro letto, i tortuosi meno:* e la ragione si è, perchè essendo la linea retta tirata dal principio al fine del fiume la più corta, ed essendo la caduta proporzionata alla lunghezza del corso; ne segue che conservando lo stesso alveo la medesima declività, debba essere più alto il fondo nel principio del fiume

---

le produsse colle sue alluvioni. In tal caso se si osserverà il fiume nelle parti inferiori si vedrà aver fatto la natura, ciò che l' arte non ha fatto, cangiandone il corso col farli abbandonare qualche svolta, per cui già si aggirava, e coll' abbreviarne in tal modo la linea come per un taglio naturale. Al contrario se in simili tratti sassosi si vedessero le piene cominciare a riuscir molto più alte, di quello che solevano, senza che però altra manifesta cagione vi concorresse, si potrebbe aspettar di trovare, che nelle parti inferiori il fiume stesso si fosse deviato dalla primiera sua strada per prenderne alcun' altra più tortuosa. Qualche cosa di simile può anco avvenire ne' fiumi che portano pura sabbia senza ghiaia, ma allora nè è sì facile, che i cangiamenti naturalmente seguiti in lunghezza siano molto grandi, nè a tali cangiamenti può corrispondere molto notabil divario nello stato del fondo superiore, per essere le pendenze de' fiumi arenosi molto minori, di quello che sieno ne' tratti sassosi.

(1) Questo solo vantaggio che hanno i fiumi retti sopra i tortuosi, e che l' autore prova nel seguente §. (non mettendo nè pure in conto il riuscire il retto più veloce del tortuoso a cagione delle minori resistenze) parmi di tal momento, che ben si possa contrapporre a qualunque altro vantaggio possa essere addotto a favore della tortuosità degli alvei.

tortuoso, che del retto, quando nell' uno e nell'altro si trovi la medesima distanza de' termini.

Per esempio, supponiamo che l' origine d' un fiume sia distante in linea retta dalla foce del medesimo cento miglia, e richieda un piede di caduta per miglio; certo è adunque, che tutta la caduta necessaria da questo fiume, sarà di cento piedi; e tanta dovrà essere l' elevazione del principio di esso sopra il fondo della sua foce, qualunque volta abbia esso il corso per detta linea retta. Ma se il medesimo colle sue tortuosità si allungasse la strada, sino a cento cinquanta miglia, altrettanti piedi vorrebbe egli di caduta (tralascio di considerare in questo luogo la differenza, ch' è tra un fiume retto, e un tortuoso, la quale fa che il primo a cagione delle minori resistenze riesca più veloce, e meno declive del secondo) e perciò dovrebbe il principio del fiume essere più alto, che nel caso precedente; il che è vero anche di tutti i siti del fiume, paragonando la loro distanza dalla foce per la linea retta, e per la curva; quindi è che desumendosi la profondità del fiume dalla distanza del di lui fondo dal piano della campagna, *se la caduta di questa sopra il fondo dello sbocco, sarà maggiore di quella ch' è dovuta al fondo del fiume, necessariamente correrà questo incassato nel terreno; e tanta sarà la profondità, quanta la differenza tra la caduta maggiore della campagna, e la minore del fondo del fiume*. E perchè la caduta de' fiumi, tanto fassi maggiore, quanto è più lunga la linea del loro corso; però *può darsi il caso che un fiume correndo rettamente al suo termine, abbia il suo fondo assai basso sotto il piano della campagna; ma facendosi tortuoso, e per conseguenza elevandosi, abbia bisogno di argini per essere trattenuto, che non innondi*. Il paragone della caduta della campagna con quella ch' è necessaria al fiume, fa anche conoscere quale sia la causa, che alcuni fiumi camminino per fondi elevati sopra il piano del terreno contiguo; che altri corrano affatto incassati dentro la campagna, e ch' altri si profondino di soverchio dentro le viscere di essa; la medesima comparazione può portarci anche alla cognizione de' rimedj opportuni, per impedire la nociva elevazione del fondo de' fiumi, e le estreme loro profondità. *Ne' fiumi però che hanno il fondo orizzontale, la rettitudine, o tortuosità degli alvei, non contribuisce cosa alcuna al maggiore, o minore profondamento;* ma la sola copia dell' acqua, che quanto è maggiore, mantiene più basso il fondo del proprio letto: la caduta sì della campagna opera qualche cosa, paragonata alla cadente del pelo del fiume; perchè *se la caduta del terreno sarà maggiore di quella che tira seco la declività della cadente del pelo d' acqua nelle massime piene, non vi sarà bisogno d' argini al fiume*; e perchè anche in questo caso, la linea più lunga ricerca maggiore caduta, *può essere che la tortuosità induca una necessità d' arginature, che*

forsi non si avrebbe, se il fiume camminasse retto; (1) *la tortuosità* dunque in questo caso, *potrà ben fare elevare il pelo dell' acqua, ma non il fondo dell' alveo.*

Le altre proprietà de' *fiumi retti* sono, che essi come si è dimostrato, *conservano il loro maggior fondo nel mezzo dell' alveo*, restando le altre parti in ciascheduna sezione omologamente disposte, e perciò non si scava il loro fondo più in un luogo, che nell' altro: non si fa alcun gorgo, o ineguaglità di letto che accidentalmente, e stabilita che sia la loro larghezza, non alterano la situazione delle proprie *ripe*, le quali perciò *non fanno altra forza, che di sostenere l' altezza dell' acqua nella medesima maniera, che farebbero se fosse stagnante, cioè in proporzione della propria altezza*. Ma al contrario *i fiumi tortuosi portano la maggior profondità degli alvei, ora verso una ripa, ora verso l' altra, e la linea del filone dell' acqua è sempre più curva di quella delle ripe, accostandosi alle parti concave delle rotte, e scostandosi dalle connesse;* perlochè ne nasce da una parte la generazione delle spiagge, e delle alluvioni, o arenai; e dall' altra anche frequentemente la corrosione delle ripe, che sogliono in detti siti avere al piede gorghi profondi. *Il carico che portano le sponde battute dalla corrente del fiume, è molto maggiore che ne' fiumi retti*, come non fatto dal solo conato; ma dall' impeto dell' acqua, del quale è tanto maggiore la forza, quanto l' energia della percossa supera lo sforzo della sola gravità. S' aggiunge che *ne' fiumi retti, le direzioni del corso procedono paralelle alle sponde*, e perciò non ponno cagionare que' vortici, che solo nascono dalla combinazione di diverse direzioni insieme, e che sono tanto frequenti ne' fiumi tortuosi, con danno indicibile delle sponde.

Procede anco dalla curvità degli alvei un effetto assai considerabile, ed è *la direzione, che ha il fondo dell' acqua, diversa da quella del mezzo, e della superficie;* dal che ne nasce, che le piene maggiori alle volte mostrano di battere la ripa opposta in un luogo, le mezzane in un altro, e l' acqua bassa in un altro. Ciò deriva, perchè

(1) Cioè a dire la tortuosità che segua in un tratto d' alveo orizzontale, che prima era retto, potrà ben fare che in qualsivoglia dato punto del tratto superiore alla nuova tortuosità la superficie delle piene si mantenga più alta di quel che era quando il fiume camminava retto, ma non potrà già fare che ivi il fondo del fiume divenga più elevato di prima. L' istesso dovrà dirsi ove ad un fiume orizzontale venga ad allungarsi la linea per protrazione seguita della spiaggia del mare in cui egli abbia lo sbocco. In fatti ne' rami del Pò, ne' quali può dirsi che egli cammini con alveo orizzontale vi sono indicj di alzamento di pelo delle piena dopo la protrazione succeduta delle alluvioni che sono alle loro foci, ma non così di alzamento di fondo; anzi nel ramo d' Ariano ve ne ha piuttosto di abbassamento.

camminando il maggior fondo colla medesima curvità delle alluvioni, e delle spiagge che sono nel fondo del fiume, la corrente del fondo segue la direzione di questo; ma quella che essendo più alta, copre tutte le spiagge quanto è in se, s' accomoda alla curvità delle sponde delle golene, che per lo più non sono paralelle alla maggiore profondità dell' alveo; e finalmente le piene più alte, coprendo il piano delle golene, prendono qualche direzione dalla situazione degli argini, i quali non mai secondano la curvità delle medesime; ma il più delle volte servono di corda al loro arco. Queste diverse direzioni però non si conservano così independenti l' una dall' altra, che non vengano di quando in quando alterate, e perciò combinandosi tutte e tre, il filone batte la ripa in un sito; cessandone una, cioè la superiore, l' incontro del filone con la ripa si fa in un altro luogo; e finalmente non essendovi che la direzione più bassa, di nuovo si muta sito. E perciò si dee avvertire, nel destinare i luoghi a' ripari che si formano per difesa delle corrosioni, di non avere unicamente riflesso al filone dell' acqua bassa, ma bensì di considerare anche lo stato mezzano, e sommo delle piene del fiume.

L' altezza maggiore che ha l' acqua corrente nella parte concava delle botte, è un effetto non disprezzabile delle tortuosità degli alvei; poichè siccome in quel sito gli argini si ricercano più vigorosi, più larghi, e di miglior costruzione, così devono essere più alti, acciò l' acqua non trabocchi dalla sommità di essi, e tanto devono essere più alti, quanto più sono vicini al vertice della corrosione, perchè ivi è anche maggiore l' altezza dell' acqua, e perciò nella costruzione o riparazione degli argini, non occorre sopra d' una linea uniformemente declive, regolare il piano superiore di essi, ma piuttosto giova tenerlo (col prendere norma dal pelo di una piena) tanto più alto, quanto si può credere che basti, a sostenere una piena straordinaria, quando ella venisse.

Sebbene pare che gli effetti delle tortuosità de' fiumi siano tutti perniciosi, nulladimeno (perchè anche nel male si trova sempre mescolata qualche cosa di bene) oltre l' utile che ricavano i possessori de' fondi contermini alle alluvioni, v' è alle volte qualche cosa di necessario all' economia universale dei fiumi; posciachè i giri di essi (particolarmente se sono reali) ponno, secondo il bisogno, avvicinare, o allontanare gli sbocchi de' fiumi influenti all' origine di essi; e per conseguenza accrescere, o sminuire la necessaria caduta, ch' è un punto assai considerabile nella condotta dell' acque; ma di ciò parleremo più ampiamente nel cap. 9. Si dee però avvertire, che la direzione de' fiumi s' intende in due maniere; l' una cioè universale, l' altra particolare. La direzione universale non tiene conto delle picciole curvità, che ha l' alveo d' un fiume, quando anche fossero tali che spingessero le

correnti in un luogo a levante, nell' altro a ponente; ma solo mette a capitale la strada che tiene il fiume prescindendo da esse; così vien detto da' geografi, che il Pò cammina da Ponente a Levante, che il Danubio nell' Austria tiene la medesima strada, nell' Ungheria volta a sirocco, dopo Belgrado ritorna verso Levante; e vicino a' suoi sbocchi nel mar nero, tende verso Greco; e queste sono le tortuosità che ponno essere utili ed instituite con qualche fine dalla natura; ma la direzione particolare è quella che gode la corrente, o filone in ciaschedunna parte dell' alveo, e della quale si tiene conto da chi pretende fare una pianta esatta di un fiume in una carta di corografia, nella quale si voglia esprimere lo stato di esso, con ogni maggiore diligenza; e queste picciole tortuosità, rare volte avviene, che portino vantaggio, anzi sono abborrite dall' universale degli uomini, che tutto 'l giorno s' affaticano, o per toglierle, o per impedirne gli effetti dannosi.

È congenea alla materia di questo capo la quistione promossa dal Varenio nella sua geografia generale lib. 1. cap. 6. prop. 8. Se gli alvei de' fiumi siano stati fatti dalla natura, o dall' arte? Egli distingue i fiumi contemporanei alla terra, da quelli che hanno avuta la necessità di avere formati gli alvei, dopo la creazione del globo terracqueo: circa i primi non ispiega il suo sentimento; ma circa gli ultimi si dà a credere, che abbiano gli alvei manufatti, assumendo per fondamento della sua opinione, l' osservarsi che le nuove fontane nello scaturire che fanno dalla terra non iscavano gli alvei per lo corso delle acque proprie, essendo perciò necessitate a spandersi per li terreni vicini: che molti alvei sono stati fatti per opera umana, desumendone la certezza dalla fede indubitata delle storie: e finalmente che i fonti, o sorgive le quali scaturiscono dalle pianure, generano paludi per essiccazione delle quali bisogna scavare fosse, che divertiscono da esse le acque: e in fine conferma il suo sentimento col dire, che molti fiumi siano stati uniti, per artificio d' uomini, ad altri, coll' esempio del Tanai, dell' Eufrate, e della Volga; e che perciò si debba credere il simile di tutti gli altri.

Io siccome non ardirei di negare, senza motivo, fatti d' istoria, così non posso dubitare che le acque d' alcuni fiumi non corrano per alvei scavati a mano, sapendosi che quelle del Pò furono unite in un solo alveo da Emilio Scauro; che la Brenta è stata cambiata di alveo dalla serenissima Repubblica di Venezia; così il Lamone, ed il Reno nostro dalla santa Sede; per non dire delle fosse tirate dal Nilo ad Alessandria da Alessandro il Macedone; di quelle fatte da Druso per lo Reno; da Tiberio per lo Tevere ec. Ma per l' altra parte sono ben di parere, che la maggior parte de' fiumi siano stati fatti dalla natura, e che lasciandola operare da se sola, ella formerebbe col tempo gli

alvei a tutte l'acque: come di molti, formati per sola disposizione di cause naturali, se n'hanno indizj evidenti. Poichè se si considera la parte più alta della terra, cioè quella che noi chiamiamo montuosa, si può ben facilmente comprendere, che le spaccature le quali in essa da per tutto si trovano, per lo fondo delle quali scorrono i rivi, i torrenti, ed i fiumi, e che sono come termini divisorj d'una montagna dall'altra; è facile, dico, comprendere ch'esse sono state fatte dalla forza dell'acque che le ha scavate col corso, nella maniera già diffusamente spiegata nel capitolo antecedente, osservandosi molte volte, che dalla maggiore, o minore profondità, viene determinata la distanza delle cime de' monti, che soprastano, dall'una, e dall'altra parte al corso del fiume, abbenchè a ciò fare anche concorra la condizione della materia di che sono formate, sì le montagne, che i fondi degli alvei. Quindi è che per impedire l'escavazioni superflue, e dannose, ed i dirupamenti della terra ad esse succedenti, sono obbligati gli abitanti di fare, e mantenere un'infinità di chiuse, che sono fabbriche, per lo più di legnami, o di sassi, le quali colla loro altezza sostentano il fondo de' torrenti alla necessaria altezza.

Non può intendersi una fonte di nuova origine, che abbia qualche abbondanza d'acqua, e che col continuo aumento, uscendo dal proprio ricettacolo, e trovando esito a qualche parte verso il mare, non incontri o un declivio per lo quale scorra, o una caduta dalla quale precipiti, la quale essendo grande più del dovere, è necessario succedano escavazioni, che sono quelle che danno l'essere agli alvei: quando queste hanno potuto farsi seguitamente, si sono formati i letti continuati, ma incontrandosi ostacolo da tutte le parti, ed essendo sforzata l'acqua ad elevarsi di corpo, per trovare l'esito sopra gl'impedimenti, si sono formati i laghi, che servono di temporaneo ricettacolo a' fiumi, e talora si sono fatte cateratte, o cascate d'acqua, quando nella dirittura dell'alveo, l'acqua ha trovati impedimenti, i quali non ha potuto superare col roderli; e che perciò hanno sostentata la parte superiore dell'alveo più alta dell'inferiore. Accade talvolta, che i fiumi scorrendo fra' monti, trovano voragini che li assorbiscono, e però sono interrotti i loro alvei dalle montagne, che stanno in faccia del loro corso: queste voragini, o hanno esito al mare, o pure trasfondono le loro acque di nuovo sopra la terra, o formano nuovi fiumi; e questa è la ragione, per la quale se ne trovano di quelli che entrano in laghi, ma non ne escono, e che alle volte si vedono scaturire dalla terra fiumi ben grandi piuttosto che fontane, dalle quali l'origine è tanto lontana, che non se ne tien conto. Troppo lungo sarebbe il voler quì rendere la ragione di tutti gli accidenti, che si osservano ne' fiumi dentro le valli delle montagne; ma sarà ben facile a chi che sia, sulla norma delle cose dette

di sopra, d' indagarne le cause; onde passeremo a discorrere degli alvei, fuori delle foci de' monti.

Io credo assai probabile, che poche siano nel mondo le pianure, che non siano figlie delle alluvioni de' fiumi, essendo state per l' innanzi, o seni di mare, o paludi; posciachè, se si osserverà la condizione del terreno disposto in istrati di sabbia, o di terra, come nel cavamento de' pozzi, o altri simili, si riscontra; e se si farà riflessione, alle materie in casi simili trovate, cioè a dire, a pezzi di barche, giunchi, ed alleghe marine, come riferisce il Bertazzolo essere accaduto nel cavare i fondamenti del sostegno di Governolo sul mantovano; ed in oltre se si considereranno l' istorie antiche, come di Erodoto, che asserisce tutto l' Egitto essere composto di terra portata dal Nilo; e che la lombardia bassa, quasi tuttta è bonificata, dopo due mill' anni, dalle alluvioni del Pò, e d' altri fiumi che scendono dall' apennino, e dall' alpi; e finalmente (1) se si avvertirà, che i fiumi che scorrono per le pianure, hanno in gran parte bisogno d' argini, che vuol dire, che senza d' essi sarebbero soggette le campagne alle innondazioni d' acque per lo più torbide (alle quali vanno necessariamente connessi gl' interrimenti) bisognerà dire, che siccome levando tutte le opere manufatte, le pianure si ridurrebbero in paludi, così prima che fossero formati gli argini, non può essere di meno che i piani delle campagne non si andassero elevando sempre più col beneficio dell' acque torbide; e che perciò nel principio delle cose, fossero siti innondati, forse anche dall' acque del mare: ciò fa vedere, che gli alvei de' fiumi nelle pianure non sono fatti, come quelli fra i monti, per escavazione, ma solo per alluvione, cioè con la deposizione delle materie terree portate dall' acque.

Egli è manifestissimo per un' evidentissima ragione, e per un' esperienza sempre costante, che i fiumi torbidi, i quali hanno il loro sbocco nelle paludi, nelle lagune, o anche in seni, e spiagge di mare di poco fondo, si formano le ripe da se medesimi, ed alzando il fondo

(1) È da avvertire, che la necessità di arginare i fiumi che scorrono per le pianure, nasce talvolta da protrazione seguita del loro alveo, o per natural corso, o per arte, e pure da mutazione di sbocco congiunta con diminuzione di pendenza. Tali accidenti ponno fare che un fiume, il quale correva in altri tempi tutto incassato fra terra colla superficie delle sue piene, cominci a spandere sopra le campagne, e ad aver uopo d' argini; e però l' essere un fiume arginato non è segno infallibile, che la campagna per cui scorre, sia prodotta dalle alluvioni delle sue torbide almeno per tutto quel tratto, per cui è fiancheggiata da argini. Questo è ciò che è accaduto a' fiumi della romagna, molti de' quali si veggono ora arginati, incominciando a poche miglia sotto la via romana, contuttochè certamente si sappia (almeno rispetto a qualcheduno di loro) che in tali siti non ha molto, non vi era bisogno d' argini.

de' proprj ricettacoli, fanno loro cambiare natura, riducendoli in istato di terreno fertile (come è indubitato, essere succeduto a tutto il Ducato di Ferrara, a una gran parte di quello di Mantova, del bolognese, del modenese, del mirandolano, della romagna ec.) e che dentro gl' interrimenti, formano, e conservano l' alveo proprio: e perchè le acque vaganti facilmente perdono la direzione, secondando quella d' ogni picciolo impedimento, come si è dimostrato nell' ultima proposizione; quindi è nata la tortuosità de' fiumi nel loro primo nascimento, inclinata però sempre, secondo la direzione universale, verso quella parte, dove l' acqua ha trovato più facile l' esito, e dove la maggior caduta l' ha destinata. Quindi è, che la superficie delle campagne viene a un dipresso ad essere disposta sul tipo della cadente della superficie de' fiumi, la quale avrebbe precisamente imitata, se la necessità dell' abitazione non avesse obbligati gli uomini ad essiccare le campagne coll' artificio degli argini: (1) accidente, che fa che il piano di esse resti in molti luoghi più declive, e finalmente più basso del fondo de' fiumi; e che perciò richiedasi altezza maggiore di argini per difenderle. Al contrario ne' luoghi dove l' espansioni hanno avuto più lungo tempo da operare; dove l' acque sono state più torbide; e dove si sono unite più cause simili; ivi si sono fatti maggiori gl' interrimenti, e quantunque i siti siano più lontani dalla fonte del fiume, nulladimeno hanno il piano di campagna più alto, come si osserva nelle confluenze degli alvei formati in questa maniera.

È anche regola generale, che le pianure fatte per alluvione, sono più alte alle sponde de' fiumi, e scostandosi da queste sempre si rendono più basse; e perciò ne' siti di mezzo a' due fiumi s' osserva una concavità seguita, dove l' acqua piovana delle campagne s' unirebbe, se la provvidenza degli uomini non avesse scavato in que' luoghi fosse proporzionate, a ricevere l' acque degli scoli particolari delle campagne, ed a scaricarle, o nelle parti più basse de' fiumi medesimi, o al mare, o in paludi, secondo la contingenza. Ciò però è vero, qualunque volta il fiume prima d' essere stato arginato, non abbia mutato sito da un luogo all' altro, in maniera da fare alluvioni, quasi per tutto eguali; o non siano state trattenute le torbide dentro il circondario degli argini particolari a ciò destinati; perchè in tal caso gl' interrimenti succedono quasi orizzontali. Le osservazioni di queste particolarità, che regolarmente si fanno nelle pianure, danno ben a conoscere, che gli alvei de' fiumi che le bagnano, sono

(1) In questo effetto ancora può aver parte, o la protrazione seguita della linea del fiume, o la mutazione del suo sbocco, come nella nota precedente.

per lo più fatti per alluvione dalla natura, non dall'arte; e che quando questa v'ha luogo, si danno indizj tali da conoscerlo, anche prescindendo da qualsisia notizia di fatti antichi.

I condotti dell'acque piovane riconoscono ben tutti il loro essere dall'artificio degli uomini, se non quanto alcuna volta ponno avere per canale l'alveo derelitto d'un fiume, o altra simile concavità naturale. Lo stesso s'intende dell'acque de' fonti, che nascono nelle pianure, se esse sono in poca quantità; poichè tanto queste, quanto quelle, per correre regolate, richiedono escavazioni di canali; e la ragione si è, perchè essendo chiare, non ponno deporre materia alcuna, e perciò non vagliono a farsi l'alveo per alluvione, e perchè scorrendo per campagne, che hanno a un dipresso, il declivio richieduto dal fiume, non ponno essendo molto minori di corpo fare escavazione alcuna; e per consegnenza profondarsi un alveo sotto il piano della campagna. Egli è dunque necessario, che sopra de' terreni si spandano, e scorrendo sempre ad occupar i luoghi più bassi, procurino l'uscita da qualche parte, la quale essendo l'acque vive, troveranno finalmente, se non altro coll'alzamento della superficie, che rendendosi, o per sorgive temporanee, o per espansioni di qualche fiume ec. superiore agli ostacoli li sormontarà; e sopra di essi acquistando quell'altezza, che proporzionata alla larghezza, e velocità, è necessaria per iscaricare tutta l'acqua che di nuovo si va somministrando, terrà occupate, ed innondate tutte all'intorno le campagne, che saranno più basse del livello dell'uscita dell'acqua, nella stessa maniera appunto che succede ne' laghi. Ma non essendo le acque perenni, può darsi il caso che siano sì bassi gl'impedimenti da superare, ch'ogni poca altezza d'acqua basti per iscaricarne una parte, e cessando l'afflusso (siasi, o per siccità, o per altro) cessi il corso fuori dello stagno, e l'acqua impedita resti trattenuta, fintantochè il Sole, o il vento la consumi in vapori; o pure ch'essa da se medesima s'imbeva ne' pori della terra.

(1) Quindi è, che per essicare gli stagni, e le paludi, mezzi proporzionati sono, o la diversione dell'acqua che le fomentano, e mantengono; o la rimozione degl'impedimenti che le sostentano ad un'altezza non necessaria: che vuol dire l'escavazione d'emissarj, e canali proporzionati; ovvero in ultimo luogo, quando ogni altro mezzo si riconosca frustraneo, la immissione di acque torbide, che elevino il fondo della palude, ugnagliando con ciò le concavità che servono di ricettacolo all'acque stagnanti. L'elezione dell'uno, o dell'altro di

(1) Tutto ciò che accenna l'autore in ordine all'essicazione delle campagne innondate in questo, e nel seguente paragrafo viene da lui trattato più di proposito nel capo 13, e parte nel capo 12 di quest'opera.

questi mezzi, dipende dalla considerazione di tutte le circostanze; poichè se vi sarà luogo a proposito per divertire, o regolare le acque, che hanno il loro sfogo nelle paludi; sano consiglio è di praticar questo mezzo, qualunque volta però il fondo di esse sia tant'alto, quanto basta per tramandare al suo termine le acque che sopra vi pioveranno.

Ma se avendo il fondo della palude questa ultima condizione, sarà effetto de' soli ostacoli, la stagnazione, e la elevazione dell'acque; in tal caso, basta colla rimozione degl'impedimenti, dare sfogo proporzionato all'acqua ristagnata, e portarla per canali manufatti a qualche termine reale; ed occorrendo, scavarne degli altri per mezzo della palude, che servono a dar passaggio all'acque che dentro vi mettono, o che devono uscirne: e finalmente, se il fondo della palude non avrà la caduta necessaria al suo scarico, è d'uopo di procurargliela con l'arte, elevandole, con l'acque torbide il fondo, il quale ridotto che sia ad un'altezza sufficiente, bisogna poi praticare uno de' due mezzi suddetti, senza di che mai non si arriva ad una perfetta essicazione.

Giacchè siamo entrati a discorrere delle paludi, non sarà che bene, per fine di questo capitolo, di avvertire una considerazione assai necessaria alla materia, di cui si tratta. Alcuni hanno creduto che le paludi siano un errore della natura, e che perciò bisogni sempre cercare di correggerlo. Io però le stimo in molti casi, non so se mi dica, o una necessità, o un artificio della natura medesima, la quale somministra agli uomini il comodo, di tenere asciugate campagne vastissime, col sottometterne all'innondazione una picciola parte; poichè, prima egli è evidente, che molte terre sono così poco alte sopra il termine, il quale dee dar loro lo scolo che se l'acque anco scolatizie dovessero unirsi in un alveo solo, continuato sino al termine predetto, dovrebbero avervi altezza tale, che manterrebbe pantanoso tutto il terreno vicino, cosa che non succede, quando l'acque escono presto da' loro condotti, e trovano un'espansione e profondità considerabile, dove trattenersi per qualche tempo, e sino all'estate, che può in gran parte consumarle; quindi è, che si trovano molti stagni che non hanno esito alcuno, e servono ne' tempi piovosi, come di picciolo mare, a dare ricetto alle acque delle campagne contigue. (2) Molti fiumi scorrono per campagne e danno ricetto agli scoli delle medesime; perchè entrando nelle paludi, mantengono il loro fondo più basso che non farebbero, interrito che fosse il fondo delle medesime. Sia AB (*fig.* 38.) il fondo stabilito di un fiume, influente in una palude, di cui la superficie orizzontale sia BC, e che uscendo dalla medesima scorra per lo fondo CD paralello ad AB; e sia EF il piano della campagna superiore alla palude: ciò posto egli è evidente che

la campagna EF può avere scolo, sì nel fiume AB, sì anche, e molto meglio, sopra il pelo della palude BC; ma interrita che questa sia, egli è certo per le cose dette di sopra, che il fondo AB si eleverà in GC, per mantenere la caduta proporzionata al suo corpo d' acqua; e perciò non potranno le campagne avere più lo scolo, nè nel fiume, nè nella palude, ma solo nella parte inferiore CD, il che può essere impedito per più cause, cioè, o per l' unione di qualche altro fiume, o pure perchè s' incontri la spiaggia del mare, che suol essere d' impedimento allo sbocco de' piccioli condotti; e perciò non potendo l' acque piovane avere più ricetto, bisognerà che restino a coprire le campagne, dalle quali prima derivavano, il che maggiormente accaderà a que' siti, che necessariamente deono avere lo scolo nella parte del fiume, superiore al punto C. Casi simili derivati dal prolungamento degli alvei dentro le paludi, si vedono frequenti nel nostro territorio di Bologna, nel ferrarese, e nella romagna; perchè (1) essendo le campagne disposte a scolarsi sopra il pelo basso dell' antica padusa, ch' era orizzontale a quello del mare; ed essendosi questa divisa in più parti, ed alzata di fondo, o di pelo, per le alluvioni, si vedono quasi tutti i fiumi obbligati a scorrervi dentro, così alzati di letto, che restano superiori di molto al piano delle campagne, negando con ciò lo scolo a' terreni, anzi innondandoli, ed ampliando ogni dì maggiormente le paludi, in vece di renderle fertili, come sembra che dovrebbe succedere dopo gli interrimenti, a chi non è capace di considerare, a quale altezza dovrebbero questi elevarsi per potere scolarsi dentro gli alvei de' fiumi vicini; mentre per l' impedimento degli altri fiumi inferiori, non ponno avere la strada aperta al mare per cavi separati. Questa è la ragione per la quale non sempre sono utili le bonificazioni per alluvione, bensì quelle per essicazione, particolarmente quando si fanno per via di diversione di acque copiose, e per rimozione degli ostacoli che fanno stagnanti le acque; essendo per altro (fuorchè ne' casi, ne' quali le terre hanno pochissima pendenza al termine dello scolo) insensibile l' effetto del prolungamento de' cavi manufatti, particolarmente quando questi si mantengono espurgati, ed escavati alla dovuta profondità.

(1) L' antica padusa, cioè il Pò disarginato, ed espanso per le campagne con tutta ragione si suppone dall' autore essere stato col suo pelo basso orizzontale a quello del mare (almeno sensibilmente) dappoichè si vede, che anche il Pò ristretto fra argini accostandosi agli sbocchi, porta ora per lunghissimi tratti il suo pelo quasi di livello con quello del mare.

25

CAPITOLO SETTIMO.

De' moti che s' osservano nell' acque de' fiumi in diverse circostanze.

Abbiamo toccate in più luoghi di questo trattato molte particolarità concernenti al movimento dell' acqua dentro gli alvei de' fiumi, secondo che ha portato l'occasione, e la materia; ma perchè ve ne restano molte altre, che meritano, e di essere avvertite, e di essere risolute nelle loro cause; perciò ci daremo a considerarle separatamente in questo capitolo, passando dall' una all' altra, coll' ordine medesimo che porta il progresso d' un fiume, dal suo principio al suo fine.

Per intraprendere dunque questa ricerca, immaginiamoci una fonte che dia il primo alimento ad un fiume, somministrandoli, per esempio, in un secondo di tempo, cento determinate parti di acqua, le quali per uscire dalla vasca del fonte, siano obbligate a passare per la sezione d'un canale, la quale sia tanto angusta, che attesa la velocità, la quale ponno avere in essa le parti dell' acqua nell' uscirne, non permetta il passaggio, che alla metà di esse, nel detto tempo di un secondo. Se ciò è, parimente è necessario, che la metà dell' acqua che dà il fonte, sia trattenuta nel ricettacolo; e che perciò elevandosi di superficie l' acqua della vasca, cresca egualmente in altezza dentro la prima sezione, sintantochè questa, o per l' accrescimento dell' area, o della velocità rendasi capace di scaricare in un dato tempo, tant' acqua, quanta nel medesimo viene somministrata dalla fonte.

E quì prima d' innoltrarci maggiormente nella materia, sono d' avvertirsi alcune particolarità intorno al modo, con che si dispongano le velocità di una perpendicolare d' una sezione di un fiume, considerandole dentro il complesso delle circostaze, che ordinariamente loro avvengono; perocchè spiegato che ciò sia, darà gran lume a quello che siamo per dir da quì avanti. E prima è da considerarsi, che trovandosi l' acqua trattenuta, come si è detto, per metà, *l' altezza dell' acqua nella prima sezione* d' un canale orizzontale (che per ora suppongo annesso all' incile della vasca) *non crescerà il doppio, a cagione del doversi* per essa *scaricare acqua duplicata, ma molto meno:* e la ragione si è, perchè non solo la sezione diventa più grande, ma anco più veloce; essendo che nel crescere l'acqua in altezza, aggiunge qualche grado di velocità alle parti inferiori, e conseguentemente la velocità media riesce maggiore nel secondo caso, che nel primo; ond' è, che ad effetto di pareggiare l' entrata con l' uscita, non vi è

necessario di doppia altezza nell'acqua. Noi abbiamo dimostrato in altri luoghi, che (1) *supposto che* AB (*fig.* 39.) *sia l'altezza dell'acqua* ch' esce dal fonte, *le velocità saranno disposte nella parabola* BAC; ed è certo, *che trovandosi una velocità media fra le maggiori, e le minori*, come DE, *non si varierebbe l'altezza dell'acqua*, perchè tanto sfogo avrebbero tutte le velocità dovute a' punti di AB, essendo ognuna eguale a DE, quanto ne hanno le medesime, ma diseguali BC, DE ec. come porta la natura della parabola BAC.

Per la stessa ragione *non si varierebbe l'altezza, se scemandosi la velocità dell'acqua in un punto d'una perpendicolare, s'accrescesse egualmente in un altro punto della medesima*; come per esempio, se le velocità fra D, e B (*fig.* 40.) fossero impedite dimaniera che tutta la parte levata da esse, alla residua stasse come la figura EGC, alla DEGCB; e l'una, e l'altra prese insieme componessero la somma delle velocità, non impedite; ma per lo contrario le velocità fra A, e D fossero per qualsisia causa accresciute, e l'accrescimento fosse la figura AFE, eguale alla EGC; è ancora manifesto, che essendo la somma delle velocità contenute nella figura BAFEGC, eguale alla somma delle velocità della parabola BAC, manterrebbesi l'altezza medesima AB: e generalmente, *quando la velocità media non resti alterata, qualunque siasi la ineguaglità delle velocità* maggiori, e minori, *è impossibile che l'altezza dell'acqua si varj*. Ma *quando le velocità in alcuni punti della perpendicolare AB si sminuissero, e negli altri, o di niuna sorte, o non quanto basta, si accrescessero: cioè a dire*, (2) *ogni volta che la velocità media si diminuisse; converrebbe*

---

(1) Ciò è accidente, perchè appunto nella parabola le ordinate BC, DE, e tutte le altre sono per la proprietà essenziale di questa curva, nella ragione dimezzata delle ascisse AB, AD, che sono le altezze dell'acqua sopra ciascuna delle parti di una medesima perpendicolare, cioè (secondo le cose dette nell'annotazioni del capo primo) in ragione delle velocità delle dette parti. Il parametro di questa parabola è arbitrario, e per conseguente le misure assolute delle velocità espresse per BC, DE sono indeterminate, nè mostrano le velocità assolute, ma solamente le rispettive, o sia la proporzione delle velocità, che è quella degli spazj scorsi da ciascuna parte dell'acqua in un medesimo tempo, qualunque egli sia. Se si volesse prendere un tempo determinato v. g. un minuto d'ora, e per esperienza fosse noto in qualche misura, come d'oncie, di piedi ec. lo spazio BC, che in tal tempo può descrivere una particella d'acqua colla velocità della pressione corrispondente all'altezza AB, nota anch' essa nelle medesime misure (tali sperienze per le cose altre volte dette non si dovrebbero fare nelle sponde de' vasi, ma si vorrebbe trovar modo di farle nelle stesse sezioni de' fiumi orizzontali) allora il parametro della parabola sarebbe la terza porporzionale dopo le due AB, BC, e tutte le ordinate esprimerebbero gli spazj corrispondenti alle velocità sotto l'altezza AD per lo stesso tempo d'un minuto, cioè le velocità assolute delle diverse parti dell'acqua.

(2) È manifesto, che diminuita la velocità media d'una sezione d'un fiume

che l'altezza della sezione della quale si suppone invariata la larghezza *si facesse maggiore*.

Come per esempio, se le velocità della perpendicolare AB (*fig.* 41.) fossero sminuite da D in B, quanto è il valore della figura EFC, e fra A, e D non fossero mutate di sorte alcuna, non potrebbe mantenersi l'altezza AB, ma bisognerebbe che l'acqua si elevasse in H, tanto che tra le velocità di AH aggiunte di nuovo, contenute nella figura AHI, e gli accrescimenti fatti per tale alzamento alle velocità di AD, contenuti nella figura AIE, si facesse l'accrescimento AHIE eguale al difetto EFC. Tralascio qui di considerare l'aumento delle velocità in DB; poichè, messo egli a conto, non fa altro che rendere un poco minore l'altezza AH, e la figura AHIE, la quale dovrà essere sempre eguale alla EFC, ristretta a minor mole: (1) tutto ciò si dee intendere non solo ne' casi ne' quali le velocità terminano alla

---

orizzontale, tutte le altre più vicine all'origine, è la stessa vasca onde l'acqua si somministrerebbe al fiume, dovrebbero crescer d'altezza fino a che per le sezioni così rialzate potesse passare la stessa quantità d'acqua di prima. Quanto poi alle altre sezioni susseguenti, dopo quella a cui fosse apposto l'impedimento, dovrebbe ciascuna di esse (posto che non si incontrassero inferiormente nuovi impedimenti) serbare l'altezza primiera, appunto come succederebbe se quella sezione a cui l'impedimento è adattato, fosse più angusta delle altre che seguono andando verso lo sbocco. Solamente nello scender dell'acqua dalla parte superiore impedita all'inferiore, non impedita si farebbe una cascata d'acqua, ma di sotto a questa equilibrandosi di nuovo l'acqua sopra il fondo orizzontale ripiglierebbe il suo corso, portando la superficie, o inclinata, o orizzontale, che fosse nella positura di prima. Quale poi dovesse essere la linea curva rappresentante le velocità delle diverse parti d'una sezione, o sia d'una perpendicolare di essa nelle sezioni impedite, dipenderebbe dalla qualità, e dalla situazione degli impedimenti.

(1) Può questo caso aver luogo anco ne' fiumi orizzontali, quando la superficie sia affetta di qualche grado di velocità dipendente o da discesa precedentemente fatta, o pure da una semplice pressione che le abbia comunicata la velocità predetta, come nel caso che il fiume non isgorgasse, come è solito dal labbro aperto della vasca, onde ha origine, ma da una luce sommersa sott'acqua nella sponda di essa, come si è detto nell'annotazione 3.ª del capo 5.°. Ma il caso più frequente è ne' fiumi inclinati, mentre in questi dipendendo le velocità dalla discesa, se AB (*fig.* 66.) sarà il livello dell'acqua nel ricettacolo, onde ha origine il canale CED, la cui superficie corrente sia MKFN, prolungata la perpendicolare EF, che è l'altezza dell'acqua in una delle sue sezioni, fino al detto orizzonte in B, e descritta coll'asse BE, e col vertice B una parabola BIG, tirando per F l'applicata FI, sarà l'arco parabolico IG, quello a cui termineranno le velocità di tutti i punti della perpendicolare EF, purchè le dette velocità non siano state scemate dagl'impedimenti. Ove è da avvertire, che si potrebbe eziandio ne' fiumi inclinati considerare le sezioni perpendicolari non già al fondo, come le considera il nostro autore, ma all'orizzonte come il p. ab. Grandi nel suo trattato del movimento delle acque. Come se dal punto del fondo E

circonferenza di una parabola intera; ma ancora in quelli ne' quali le velocità di una perpendicolare sono terminate, di sua natura dall' arco d' un segmento parabolico. Da ciò rendesi manifesto, che non mutandosi la quantità dell'acqua somministrata dal fonte, sempre (1) le somme delle velocità saranno eguali fra loro, dovendo sempre equivalere alla parabola ABG; ma le altezze potranno essere disuguali, se si varierà la velocità media di tutta la sezione; e perciò come si è dimostrato *nel primo libro della misura delle acque*, le quantità delle acque sono proporzionali alle somme delle velocità di tutta la sezione; e parimente sono in proporzione, composta di quelle delle sezioni, e delle velocità medie delle sezioni medesime; e ciò è vero, o sia impedita, o no la velocità dell'acqua.

Per accostarsi più da vicino a ciò, che abbiamo in animo di spiegare, intendasi correre l'acqua con le velocità della parabola BAC (*fig.* 42.) e suppongasi, che per lo sfregamento del fondo, l'acqua sia impedita; e sebbene abbia un'altezza che possa produrre tutta

---

si alzasse la linea verticale EK, e si prolungasse fino al detto orizzonte in P, e quindi sopra PE come asse si descrivesse col vertice P una parabola, anche in questa l'arco che resterebbe compreso fra le ordinate al detto asse tirate per li punti E del fondo, o K della superficie sarebbe il termine, o come suol dirsi la scala delle velocità di ciascuna parte dell'acqua fra E, e K.

Per applicare dunque al caso de' segmenti parabolici, ciò che l'autore ha poc'anzi detto delle parabole intere, se supporremo che giunto il fiume inclinato CMFE, alla sezione EF, le velocità tra E, ed F venissero ritardate, talchè più non terminassero all'arco parabolico GI, ma a cagione d'esempio alla curva ST, certo è, che non potendo tutta l'acqua del fiume smaltirsi sotto l'altezza EF, converrebbe che si alzasse come fino in R, per modo che le velocità che in tali circostanze potrebbe concepire quella sezione fra i punti F ed R, terminassere anch'esse ad una curva SQ, la quale insieme coll'altra ST chiudesse le spazio SQRF eguale al difetto STGI dal trapezio parabolico FIGE, onde lo spazio totale RQTE uguagliasse lo spazio EGIF, se pure al crescer dell'altezza della sezione non si facessero alquanto maggiori anco le velocità tra F, ed E; nel qual supposto la curva ST si cangerebbe, accostandosi alquanto più ad IG, e l'alzamento FR riuscirebbe un poco minore, cangiandosi però eziandio qualche poco l'altra porzione di curva QS, e ciò non potrebbe succedere se non quando ad uguagliare il difetto STGI, si richiedesse maggior altezza, di quella che può bastare a produrre colla sua pressione tra F ed E una velocità media, eguale alla media fra tutte le comprese nello spazio FSTE, secondo le cose stabilite nel capo 4.° Intorno alla natura della curva QST vedi più sotto un'altra annotazione di questo capo.

(1) Cioè a dire dovendo sempre equivalere ad uno spazio costante, o sia questo espresso per una parabola, o per un segmento parabolico nel modo ora spiegato; e la necessità di tale equivalenza è manifesta, perciocchè le somme, o i complessi delle velocità debbono sempre rappresentare una stessa costante quantità d'acqua, cioè quella che il fiume scarica in un medesimo tempo per ciascuna delle sue sezioni.

la velocità BC; nondimeno, detratta la forza degl'impedimenti, non produca che la BD, e così restino sminuite tutte le velocità superiori, ma sempre meno, dimanierachè le velocità così impedite, terminino alla curva AED: egli è ben evidente, che essendo levata dalla parabola la parte AEDC, non potrà coll'altezza AB, avere l'acqua tutto lo sfogo che l'è necessario; ma bisognerà che si elevi, v. g. in N; imprimendo dunque con tale accrescimento di altezza maggiore velocità a tutte le parti dell'acqua sottoposte, accrescerà la BD, v. g. in P; e tutte le altre proporzionalmente, in maniera che coll'elevarsi che farà successivamente l'acqua, e coll'accrescersi nel medesimo tempo le velocità dell'acqua inferiore; alzata che sia l'acqua in N, si sia fatto l'accrescimento ANO, eguale al difetto POC, sarà dunque la linea NOP quella che regolerà le velocità impedite della perpendicolare NB; e che più, o meno varierà dalla natura della parabola, secondo che maggiori, o minori saranno gl'impedimenti del fondo.

(1) Di nuovo mettendo a conto quello che può nascere dalla viscosità dell'acqua; perchè a cagione di questa, le parti più veloci aggiungono della velocità alle meno veloci, perdendone esse altrettanta; ne segue, che le parti più veloci, v. g. XY (*fig.* 43.) resteranno veloci come XZ, e che si toglierà la convessità della linea NOP, la quale perciò nella parte superiore OV sarà sensibilmente una linea retta, che esprimerà la velocità che riceve l'acqua comunicatale dalle parti inferiori più veloci; e molte volte acquistata dall'acceleramento per la discesa, come si è detto *nel cap.* 4. Tale trasformazione di linea dee succedere dimaniera, che la figura NVZSB sia eguale alla NYPB, e conseguentemente alla parabola BAC; ma non si dee mutare l'altezza NB; posciachè quella causa medesima, che aggiunge

---

(1) L'altezza NB della *fig.* 43. a cui questo passo si riferisce, si vuole intendere eguale all'altezza NB della 42 (benchè ciò nelle figure sia male espresso) corrispondendosi fra loro nell'una, e nell'altra i punti N, N, come pure i punti B, B, e la curva NOP dee parimente essere la medesima nell'una, e nell'altra; perciocchè l'intendimento dell'autore è di mostrare come le velocità, che senza gl'impedimenti avrebbe l'acqua corrente sotto l'altezza AB della *fig.* 42. e che vengono rappresentate per la parabola ABC, trovandosi raffrenate dagli impedimenti, i quali di loro natura sarebbero atti a ridurre la scala delle velocità al solo spazio AED, si ristorino mercè l'alzamento AN, che dovrà seguire di quella sezione, talmente che se non fosse l'aderenza delle parti dell'acqua, le velocità verrebbero a terminare alla curva NOP, e a comprendere lo spazio NOPB, eguale alla parabola ABC, ma attesa la detta aderenza vengono obbligate (senza cangiar punto l'altezza acquistata NB) a ridursi alla curva VOS della *fig.* 43. eguale anch'essa alla detta parabola, o sia allo spazio NOPB dell'una, e dell'altra figura, e con ciò a toglier in parte la convessità della curva NOP, a cui senza la predetta viscosità si sarebbero ridotte,

velocità ad una parte, altrettanta ne toglie ad un'altra. Ecco adunque in qual maniera gl'impedimenti, e le circostanze alterano la linea regolatrice delle velocità, che prescindendo da ogni impedimento, e supponendo una perfetta fluidità nell'acqua, dovrebbe essere parabolica, o un segmento della medesima, quando vi abbia luogo l'accelerazione della discesa per lo pendio dell'alveo.

Tre adunque *sono i casi secondo i quali si regolano le velocità delle acque correnti*. Il primo è (1) *quando il fondo del canale è orizzontale;* ed in questo caso *la linea regolatrice,* parlando teoricamente, *dovrebbe essere perfettamente parabolica;* e (2) praticamente, la figura che forma la somma delle velocità, sarà sempre eguale ad una semiparabola, ed avrà l'asse tanto maggiore, quanto le resistenze del fondo, e delle sponde saranno maggiori; con questa regola, che le predette linee regolatrici, s'accostino sempre più alla natura della parabola, quanto minori sono gl'impedimenti. (3) Quindi è che *se le* predette *resistenze* saranno disuguali, *e maggiori nel principio, minori*

(1) Conviene ristrignere questa asserzione a' soli casi di que' canali, che nelle annotazioni del capo 5.° abbiamo chiamati perfettamente orizzontali, cioè ne' quali la superficie è veramente senza alcun moto, potendo darsi che supposto ancora il fondo orizzontale la superficie corra con notabile velocità, e ciò non meno in caso che essa sia paralella al fondo, che essendo inclinata, e allora la velocità terminerebbe ad un segmento di parabola, come si può dedurre da ciò, che distinguendo le diverse circostanze, e posti sempre da parte gl'impedimenti, nel detto luogo si è dimostrato.

(2) Cioè a dire sarà sempre eguale a quella semiparabola, che avrebbe per asse l'altezza sotto cui potrebbe passare tutta l'acqua, per quella sezione se punto non fosse impedita, la qual altezza sempre è minore di quella, per cui vi passa essendo impedita, e l'asse di tal figura, cioè l'altezza dell'acqua sarà tanto maggiore, quanto maggiori saranno le resistenze. Da ciò segue, che quando la figura predetta della velocità fosse anch'essa esquisitamente un'altra semiparabola il parametro di essa, sempre sarebbe minore di quello della parabola, a cui terminerebbero le velocità libere; non potendo due parabole, che abbiano l'asse su la medesima retta, o la base parimente su un'altra retta comune, esser eguali fra loro, se non si tagliano, nè potendo tagliarsi, se quella il cui vertice è più lontano dalla base, non è meno ampia, cioè a dire di minor parametro dell'altra.

(3) Questo si dee verificare, se non erro in ogni caso possibile di fiumi con fondo orizzontale, e abbiano essi la superficie in tutto, o in parte orizzontale, o inclinata, o qualunque sia la positura dell'orizzonte dell'alveo, cioè o sia questo più alto, o più basso del pelo del recipiente; anzi può servir di regola generale eziandio per li fiumi di fondo inclinato, purchè tutto steso in un piano, e con larghezza uniforme. Imperocchè gl'impedimenti di qualunque natura si suppongano, o qual siasi la cagione da cui dipendono, sempre equivagliono in ordine all'effetto, che ponno produrre nel corso dell'acqua a diminuzione di larghezza nelle sezioni impedito; e però siccome un fiume, le cui sezioni fossero di mano in mano più larghe andando verso lo sbocco, porterebbe il pelo d'acqua

nel fine dell' alveo, dovrà andarsi diminuendo l'altezza dell' acqua; la cui superficie, perciò sarà inclinata dalla parte del corso: (1) ma *se le* medesime *resistenze continuassero sempre d'una maniera uniforme, sarebbe necessario che l'altezze dell' acqua sopra il fondo del canale fossero per tutto eguali, supposta eguale larghezza di tutte le sezioni*; e per conseguenza, che la superficie dell'acqua fosse paralella al fondo, ed anch' essa orizzontale.

Il secondo caso è, *quando il canale si trova inclinato, e di maniera, che correndo l'acqua per esso, acquisti velocità maggiore, tanto in superficie, che nel fondo*; ed allora *la somma delle velocità*, parlando pure teoricamente, *sarà un segmento parabolico tagliato da una parabola, il cui asse sia la perpendicolare della sezione prolungata sino all' orizzontale del principio dell' alveo*: (2) ma *mettendo a conto le resistenze*, secondo la diversa attività di queste, acquisterà diversa

---

di mano in mano più basso, cioè a dire inclinato a seconda del corso, così pure dovrà egli fare, ove essendo le larghezze eguali, ritrovi gl' impedimenti gradatamente minori.

(1) In questa asserzione, stimo che l'autore intenda di comprendere solamente que' fiumi che hanno non pure il fondo, ma eziandio la superficie orizzontale, i quali si è veduto nel capo 5.° essere possibili in natura, e de' quali soli ha egli dimostrato le proprietà nel suo libro della misura delle acque correnti. In questi dee esser vero, che le resistenze, o sia gl' impedimenti sempre continuati d' una maniera uniforme, non farebbero che la superficie divenisse mai altro che orizzontale; ma ove si trattasse di alvei orizzontali con superficie inclinata (casi anch' essi possibili, come ivi si è mostrato) non veggo che l' egualità, e uniformità degl' impedimenti dovesse necessariamente produrre questo effetto, di togliere alla superficie ogni pendenza, e renderla orizzontale.

(2) Parla quì l' autore de' canali inclinati, nel qual caso già si è detto, che la scala delle velocità di sua natura dovrebb' essere un segmento parabolico EGIF (*fig.* 66.). Se dunque supporremo che un tal canale incontri delle resistenze, che ne scemino le velocità, e ne facciano alzare la superficie F, a cagion d' esempio, fino in R, onde le velocità attuali della seziona ER (le quali velocità rispetto alla parte inferiore FE, si vogliono supporre non punto accresciute per l' alzamento FR) terminino alla scala QST, sarà questa la curva di cui intende parlare in questo luogo l'autore, e di cui dice, che acquisterà diversa natura secondo la diversa attività delle resistenze, senza determinar altro intorno ad essa.

L' Ermanno nel libro 2 della foronomia al §. 420. mettendo a conto que' soli impedimenti, che l' acqua riceve dalle asprezze uniformi del fondo, e delle sponde in quella sola sezione di cui si tratta (senza aver riguardo alle diminuzioni di velocità già seguite per l' incontro di altri eguali, o talvolta maggiori ostacoli nelle sezioni superiori) e prendendo per ipotesi, che ciascuna delle dette due cagioni, operi in ogni parte dell' acqua con resistenze, che siano in ragione delle velocità attuali di esse parti, ricerca la natura della curva, e scala delle velocità TSQ, e trova di bel nuovo una parabola, ma il cui asse non è sulla retta EB, ma sopra una paralella ad essa più vicina all' origine del fiume, e il vertice resta superiore al livello dell' origine AB. Ma l' incertezza che egli medesimo confessa di tale ipotesi, e il non aver egli considerato poter essere la velocità

natura; e *bisognerà sempre che le linee delle velocità* d'una perpendicolare, *formino una figura eguale al detto segmento;* quando poi le resistenze continuassero sempre le medesime, allora, o il canale sarà ridotto all'equabilità, o no: se l'acqua del canale sarà resa equabile, continuerà anche la medesima altezza dell'acqua, la cui superficie perciò sarà paralella al fondo; ma se potrà ancora accelerarsi, scemerà a poco a poco l'altezza dell'acqua medesima, sino al termine dell'acceleramento.

---

già scemata nel tratto superiore della discesa, fanno che in pratica non possa il suo metodo essere di alcun uso.

Parmi dunque che più s'accosti al giusto la dottrina del padre abate Grandi, il quale nella proposizione 3e del libro 2 del movimento delle acque, figurando un' orizzontale come VL tanto più bassa del livello dell'origine del fiume AB quante richiede la diminuzione della velocità della superficie R, da quella che senza gl'impedimenti avrebbe acquistata per la sua discesa totale da AB fino in R, vuole che il predetto orizzonte VL, che egli chiama *origine equivalente del fiume* dia regola alle velocità di tutti gli altri punti della sezione, tacendole terminar di nuovo ad una parabola, il cui asse coincida colla perpendicolare della sezione, e il vertice sia nel detto orizzonte dell'origine equivalente. E però se le sezioni si prenderanno, come il sig. Guglielmini le prende perpendicolari al fondo (perocchè il padre Grandi suol farle perpendicolari all'orizzonte) sarà la curva TSQ un arco di parabola, il cui asse sarà nella retta ER, e il vertice in V, e questa parabola sarà, secondo che egli suppone, la medesima che la BIG, la quale rappresenterebbe le velocità intere della discesa senza gl'impedimenti, riuscendone solamente diversa di posizione.

Seguendo questa ipotesi se supporremo nota la linea BR, che determina la distanza della superficie della sezione dall'orizzonte dell'origine reale del fiume B, e se inoltre ci sarà nota con qualche artificio la velocità attuale della detta superficie in R, cioè le spazio, che colla detta velocità si può scorrere in un tempo dato, come d'un minute, per trovare il punto V dell'otigine equivalente, si tirerà RQ perpendicolare ad ER, ed eguale al detto spazio, e si descriverà col vertice B la parabola BIG di tal parametro, che le sue applicate, come EG sieno eguali agli spazj, che rispondono in un minuto di tempo alla velocità dell'acqua che esce da un vaso sotto le altezze delle ascisse BE. Quindi tirando per Q la retta QZ paralella ad RB, la quale incontri la parabola BIG in Z, e per Z la ZH ordinata all'asse BR, e per fine preudendo di sopra ad R la retta RV eguale ad HB, sarà il punto V l'origine equivalente del fiume, e da esso come vertice si descrivera all'asse VE col medesimo parametro di prima la parabola VQST, il cui segmento RQTE esprimerà le velocità attuali dell'acqua fra R, ed E, e sarà eguale al segmento delle velocità intere IFEG. La medesima costruzione si può adattare a' fiumi orizzontali, ne' quali la superficie corra con qualche considerabile velocità originata da antecedente discesa, o pressione, e si supponga ritardata da impedimenti incontrati. Ma per la pratica senza cercare l'origine reale B del fiume, basterà sapere mediante sperienze ben certe quanta sia l'altezza dell'acqua, che risponde alle spazio RQ dovuto alla velocità della superficie del fiume, la quale velocità si suppone osservata, e tanta sarà la retta RV, che determina il punto V vertice della parabola da descriversi per le punte Q intorne oll'asse VE.

Il terzo caso ch'è il più frequente, e tanto che ne' fiumi rassettati di corso, può quasi dirsi universale, si ha quando, benchè il fiume sia qualche poco declive, ha però tale altezza viva, che può dare la velocità alle parti inferiori dell'acqua; ma le superiori scorrendo al basso per una linea declive, egualmente che il fondo dell'alveo, si vanno qualche poco accelerando; dimanierachè le velocità, parte sono dovute alla pressione delle superiori, parte all'accelerazione; e quì è evidente, che (1) *supposta* AB (*fig.* 44.) *l'altezza dell'acqua, e*

In questo discorso si prende per supposto, che le velocità di quella sezione, di cui si tratta, ancorche impedita, e rialzata di superficie, debbano necessariamente essere in tal guisa distribuite in ciascuna parte dell'acqua, che terminino ad un arco di parabola, e della medesima parabola, a cui terminerebbero nelle sezioni libere, del che eziandio pare si possa dubitare, potendo gl'impedimenti essere per avventura così ineguali, e così inegualmente applicati alle diverse parti di una stessa perpendicolare, che la scala delle velocità non debba serbare una tal figura, ciò non ostante la sostituzione che si fa d'un'origine equivalente in luogo della reale, corrispondendo in qualche modo alla diminuzione della velocità della superficie cagionata da tutte le resistenze superiori, parmi ben pensata, e per altro ove nella sezione non concorresse altro impedimento, che quello de' soffregamenti, stimerei che ciò non dovesse alterare di molto la figura parabolica della scala delle velocità, se non nelle parti più vicine al fondo, e nelle perpendicolari della sezione, che sono accanto le sponde.

Maggior difficultà parmi che sia in un altro supposto, che pur convien fare, cioè, che data la velocità della superficie R, per l'osservazione si possa sapere la discesa VR, dall'origine equivalente V, a cui tal velocità corrisponde, non potendosi, come più volte abbiamo avvertito, affidare in ciò nè della tavola data dal sig. Guglielmini, nè d'alcun'altra sperienza fatta ne' vasi, per le ragioni dedotte nel capo primo, e nel quarto; e per ciò se al fiume, o canale di cui si tratta, fosse possibile adattare un regolatore, sarebbe questo il miglior modo per accertarsene, mentre calando la cateratta fino alquanto sotto il punto della superficie R, l'acqua si dovrebbe elevare dalla parte superiore, alla cateratta appoggiandosi ad essa; e allora rialzando questa di nuovo a poco a poco, e fermandola in sito, che colla parte di sotto rispondesse al punto R della primiera superficie, dovrebbe ciò non ostante l'acqua trattenuta restare alquanto alta sopra il detto punto R, e ridotta che fosse allo stato di permanenza, dovrebbe precisamente equilibrarsi nelle ipotesi dell'autore all'orizzonte LV, o segnare colla sua superficie nella cateratta il punto V, cioè l'origine equivalente del fiume, e il vertice della parabola VQST rappresentante le velocità della sezione RE, secondo il discorso predetto.

(1) A maggior dilucidazione di quanto espone quì l'autore nel terzo caso, che egli reputa il più comune, anzi ne' fiumi rassettati di corso quasi universale, cioè quando essendo il fiume qualche poco declive, tuttavia le sue sezioni hanno tale altezza viva (acquistata di mano in mano coll'alzamento seguito della superficie, per gl'impedimenti incontrati nel tratto superiore) che possa imprimere qualche grado di velocità alle parti inferiori dell'acqua delle dette sezioni, ma non così alle superiori, serbando queste solamente quel grado che loro è restato per la discesa fatta; sia AB quell'altezza sotto cui in tale stato corre la sezione, e sotto cui seguiterebbe tuttavia a correre, se non le si affacciassero nuovi ostacoli

D *il termine delle velocità terminanti alla parabola* EC, dimodochè DE sia la medesima, o si consideri fatta dall'accelerazione, o dalla pressione; *le velocità tra* D, *e* B *termineranno al segmento* EC; *e le altre tra* A, *e* D *termineranno ad un altro segmento parabolico* FE; ma considerando gli effetti delle resistenze ec. a due segmenti delle linee di sopra enunciate: siccome adunque in questo caso la somma delle velocità sarebbe la figura BAFEC, così togliendosi l'effetto dell'accelerazione, cioè AFE, bisognerà che l'altezza AB, si faccia maggiore, quel tanto che basta a compire una parabola intera, eguale alla predetta figura; il quale accrescimento però sarà insensibile, perchè con la nuova altezza, aggiungendosi velocità a tutte le parti dell'acqua, la parabola si renderà più ampia, ed in gran parte supplirà con l'ampiezza, e nel resto con l'altezza al difetto AFE.

---

atti a scemarne la velocità, e pongasi che le parti superiori dell'acqua da A fino in D abbiano ritenuti tali gradi della velocità acquistata per la discesa, che la velocità del punto D, sia per l'appunto eguale a quello, che può produrre l'altezza AD. Espressa dunque la velocità del punto D, per la retta DE perpendicolare alla AB, se intorno all'asse AB si descriverà per lo punto E la parabola AECB, siccome la velocità DE vien prodotta dall'altezza AD, così ogni altra velocità de' punti fra D, e B non potrà esser maggiore di quella, che possa produrre l'altezza della superficie A sopra quel punto, onde tutte le velocità di sotto D si dovranno riconoscere come effetto della detta altezza, e la scala delle velocità dal punto E in giù sarà la parabola EC, o poca diversa da essa, come di sopra si è mostrato nel primo caso. Ma quanto alle parti superiori fra A, e D, le velocità delle quali si suppongono dipendere dalla discesa, termineranno queste per le cose dette nel secondo caso, almeno a un dipresso ad un segmento parabolico FE, il cui vertice sarà situato in qualche punto dell'asse BA di sopra ad A, e sarà quello che chiamasi origine equivalente del fiume. Tali dico sarebbero le due curve rappresentanti le velocità delle parti AD, DB, se per un momento s'intendessero durare nel loro stato; ma opponendosi a ciò la resistenza degl'impedimenti, che di bel nuovo si suppone incontrarsi dal fiume in quella sezione obbligheranno l'acqua ad alzarsi; e se la resistenza sarà tale da distruggere del tutto le velocità della discesa (come l'autore suppone in questo luogo) dovrà l'alzamento AG essere tanto, che la somma delle velocità, le quali in tale stato potrà concepire ciascuna parte dell'acqua nella sezione rialzata, compisca un'intera parabola eguale alla figura AFECB, come BGK; il quale accrescimento egli chiama tuttavia insensibile, perciocchè per poco che sia, aggiugnendosi velocità a tutte le parti dell'acqua, la parabola BGK sarà più ampia della AEC, e in gran parte supplirà coll'accrescimento delle velocità, e nel resto coll'altezza al difetto AFE; ma se la resistenza predetta non sarà bastante a distruggere affatto la velocità della discesa delle parti superiori, allora dovrà nella superficie G (*fig.* 67.) della sezione rialzata, e nelle parti vicine ad essa restar tuttavia qualche poco di velocità, onde esprimendo questa per la retta GV dovrà la GV chiudere la figura curvilinea GVKB eguale alla AFECB, e la curvatura VK sarà di nuovo composta di due archi parabolici VT, TK, il primo de' quali VT sarà la scala delle velocità della discesa ressidue nel punto G, e negli altri vicini alla superficie, e questa parabola avrà il vertice in un punto come R, superiore a G,

Tutto ciò si è detto, non solo per dimostrare la maniera colla quale, secondo le diverse circostanze, si dispongono le velocità di una perpendicolare d'un'acqua corrente, nell'uscire da' ricettacoli delle proprie fonti, nel che non è ella sottoposta alla moltiplicità degl'impedimenti, che in altri luoghi fanno perdere l'uso a tutte le regole; ma ancora per far vedere, come possano coerentemente a' nostri principj spiegarsi l'esperienze, colle quali altri hanno trovate l'acque più veloci in superficie, che nel mezzo, e nel fondo; altri più veloci nel mezzo, che nel fondo, e nella superficie; ed altri più veloci nel fondo, che in altro luogo; poichè quantunque quest'ultimo sia più coerente alla natura dell'acque, ponno però essere vere per accidente, e per l'efficienza degl'impedimenti, e delle circostanze l'esperienze sopra dette; (1) siccome per lo più è vero in fatti, che l'acque de' fiumi sono più veloci nel mezzo, che in altri luoghi.

---

e posto nella medesima retta BG, che sarà per un tale stato l'origine equivalente del fiume, e l'altro arco TK sarà la scala delle altre velocità delle parti inferiori della seziono, e questa avrà il vertice in G; avvertendo solo, che tanto nell'uno, quanto nell'altro supposto l'ineguale distribuzione, e la diversa positura delle resistenze predette, non lascierà che le scale delle velocità serbino esattamente le dette figure paraboliche, come già si disse nelle note antecedenti.

Da ciò si raccoglie, che quando nel proseguimento del corso del fiume, la diminuzione delle velocità della discesa è divenuta assai grande, le due parabole VT, TK si potranno riguardare come una sola, la quale abbia il suo vertice, o nel punto della superficie G, o nel punto R, che insensibilmente nè sarà lontano, nè si potrà commettere grave errore, scambiando uno per l'altro questi due punti, e riconoscendo tutta la velocità della seziono della sola altezza, come si disse nel capo 4.°

(1) Di molto uso sarebbe nella pratica avere metodi ben sicuri per misurare le velocità di ciascuna parte dell'acqua delle sezioni de' fiumi, perocchè ciò servirebbe, o di riprova, o di eccezione alle ipotesi, che or l'una or l'altra si assumono in ordine ai principj delle dette velocità, o alla distribuzione di esse, o sia nelle diverse perpendicolari d'una medesima sezione, o sia nelle diverse profondità d'una stessa perpendicolare. Il padre ab. Grandi nel libro primo del suo trattato del movimento delle acque enumera varj artifizj sopra ciò inventati dagl'Idrometri. Per misurare la velocità della superficie, non si può gran fatto errare, misurando lo spazio corso in un tempo noto da un galleggiante gettato sopra di essa, purchè egli o niente, o insensibilmente sopravanzi la superficie, onde il vento non vi abbia sopra alcuna presa; ma per tal modo non si può conoscere altro che al più la velocità del filone, perocchè simili corpi, ancorchè posti fuori di esso, tosto a tardi vi si riducono, se non quanto alcuna volta distornandosene nelle varie direzioni, che egli va prendendo fra le tortuosità del fiume, lasciano dubbiosa anche questa determinazione. Il metodo di raccorre per un dato tempo l'acqua del fiume in un vaso nel quale entri per un foro or più or meno sommerso sotto la superficie, con quello strumento che propose il fu signor Giuseppe Antonio Nadi in occasione delle visite del Pò, e che il p. Grandi chiama fiasca idrometrica, ove le velocità siano raffrenate (come quasi sempre le

Uscendo adunque l'acqua dalla vasca di un fonte per un emissario competente, troverà il canale, o orizzontale, o inclinato; e l'inclinazione, o sarà tale da permettere maggiore acceleramento a tutte le parti dell'acqua, o solo alle superficiali: ed in ognuno de' casi, già abbiamo detto in qual modo si debbano disporre le velocità di una perpendicolare. Queste velocità, non solo prendono la direzione delle sponde del canale, ma ancora quella del fondo del medesimo; ed essendo la natura dell'impeto, tale che impresso una volta in un

---

sono) da impedimenti inferiori, lascia un ragionevol dubbio intorno alla sua sussistenza, imperocchè intendendosi di cercare per simili esperienze le velocità attuali dell'acqua, cioè quelle che hanno le parti di essa in virtù della forza che le produce, modificata dalle resistenze degli ostacoli, quando all'acqua si presenta il foro per cui si fa sgorgare liberamente nel vaso, le si toglie ogni ostacolo, e le si lascia concepir di nuovo quella velocità che le può dare la forza movente (sia la pressione, o la discesa) senza alcuna resistenza. Ad una simile eccezione parmi di poter dubitare, esso sia soggetto l'artificio suggerito (per quanto ho letto in un giornale) dal celebre sig. Pitot nel tomo del 1732 delle memorie dell'accademia reale delle Scienze, e consiste, se ben l'ho inteso, nell'osservare quanto si alzi entro il braccio verticale d'un tubo piegato l'acqua del fiume, che vi si fa entrare presentando alla corrente il braccio orizzontale del medesimo tubo, il qual braccio ora più, ora meno sia immerso sotto la superficie di quella sezione; ma non avendo per anco veduto quel tomo delle memorie, debbo sospendere sopra ciò il giudicio.

Rimane il metodo proposto dal nostro autore nel libro 2.° proposizione 9.ª della misura delle acque correnti (giacchè a questo si riducono tutti gli altri enumerati dal padre ab. Grandi nel luogo citato) e consiste nel determinare la deviazione dal perpendicolo cagionata dall'urto dell'acqua corrente nella palla d'un pendolo immerso entro di essa a diverse profondità; questa maniera viene comunemente approvata, comecchè si disconvenga nel modo di dedurre dagli esperimenti le misure rispettive delle velocità, cioè la proporzione che hanno fra loro le velocità di due diverse parti dell'acqua, nelle quali sia stata osservata la deviazione del pendolo (poichè a tal uso, e non ad altro fu inventato questo tale artificio, e per quello che riguarda le velocità assolute ne parleremo appresso.) Si può vedere quello che dopo il sig. Guglielmini nel luogo mentovato, ne ha scritto il sig. Varignon nell'opera postuma sopra il moto, e la misura delle acque correnti, il sig. Ermanno nella foronomia, il sig. di Gravesande nelle istituzioni della filosofia neutoniana, e il padre ab. Grandi nel libro 2.° proposizione 42. A me sembra, che quando il fiume sia orizzontale, o almeno assai poco inclinato all'orizzonte, onde si possa negligere la sua declività, come insensibile (come quasi sempre succede ne' fiumi naturali nelle pianure) le tangenti delle deviazioni dal perpendicolo, cioè (*fig.* 68.) le rette GI, GH, le quali sono note per la misura osservata degli angoli GEI, GEH trovandosi una volta la palla nella situazione A, e un'altra nella M, debbano stare fra loro, come i quadrati delle velocità dell'acqua nei detti due luoghi.

Imperocchè alzando per lo centro della palla in A, la linea verticale AD di lunghezza arbitraria, ed esprimendo per essa il peso rispettivo della palla (cioè, quello che le rimane di peso, quando ella è immersa nell'acqua) e tirando l'orizzontale DC, che concorra col filo EA, da cui la palla è sospesa nel punto C,

mobile, e cominciato ad esercitarsi verso una parte determinata, non si estingue mai, nè muta direzione, se ciò non sia a cagione degl' impedimenti incontrati; ne segue, che quanto a se, l'acqua continuerebbe a muoversi per la primiera direzione: ma perchè la di lei gravità la tiene sempre unita al fondo dell' alveo, ch' è la parte più bassa; perciò mutando il fondo declività (siasi, o maggiore, o minore) è d' uopo che l'acqua medesima muti la direzione, accrescendo, o diminuendo l'impeto, secondo le circostanze.

---

e compiendo il rettangolo DB, è noto per li principj meccanici, che la retta DC, o la AB, esprimerà la forza con cui l'acqua sostiene la palla nella positura in cui si è fermata, cioè nel angolo GEA. Similmente dal centro della palla sostenuta dall'acqua in M, alzando la verticale MN, eguale alla DA, per poter esprimere colla MN lo stesso peso rispettivo della palla, e compiendo il rettangolo NT, la retta MT esprimerà la forza dell' acqua a sostenere la palla in M nell' angolo GEM. Sta dunque la forza dell' acqua in A alla sua forza in M, come AB ad MT. Ma prendendo per raggio la lunghezza DA, o sia CB nel sito A, o parimente la lunghezza MN, ovvero OT (eguale per la costruzione a DA) nel sito M, le linee AB, MT sono le tangenti degli angoli ACB, MOT, cioè degli angoli di deviazione dal perpendicolo GEA, GEM. Dunque la forza dell' acqua in A, sta alla forza dell' acqua in M come la tangente dell' angolo GEA, alla tangente dell' angolo GEM. Ora le forze che l' acqua mossa con diverse velocità esercita sopra una medesima palla, sono come i quadrati delle velocità, secondo quello che comunemente si ammette da' meccanici; e si dimostra dal padre ab. Grandi nella proposizione 43 del libro 2 (dovendo in fatti le dette forze essere proporzionali ai prodotti delle velocità nelle quantità d' acqua, che percuotono la palla in uno stesso tempo minimo, le quali quantità sono come le dette velocità.) Dunque le tangenti degli angoli GEA, GEM sono come i quadrati delle velocità dell' acqua in A, ed M.

Nella pratica di questo metodo danno qualche imbarazzo le direzioni diverse dell' acqua, che non cospirano molte volte colla direzione universale del fiume, o si considerino le dette direzioni di traverso ne' piani paralelli all' alveo, o dell' alto al basso ne' piani delle sezioni, massimamente ove si trovino delle larghezze, o delle profondità non vive; onde spesse volte si veggono cangiamenti incredibili dell' inclinazione del pendolo in pochissima distanza de' luoghi, specialmente ove la palla sia molto immersa, o pure essendo poco immersa, ove la superficie ondeggi alquanto; nè solo si trova cangiare come per salto l'inclinazione del perpendicolo, ma anco deviar il pendolo del piano dell' istromento, che dovrebbe cominciare, quando è rivolto a seconda del corso. Tutto ciò non ostante si preferisce comunemente una tal maniera di cercare le velocità rispettive delle acque, perchè non se ne sa una migliore.

Quanto alle misure assolute delle velocità trovasi annesso all' opera del signor Vallisneri sopra l' origine delle fontane a carte 223, un metodo del sig. Corradi per determinarle, mediante le stesse osservazioni de' pendoli immersi nell' acqua. Osserva egli, che la forza dell' acqua impellente in qualunque situazione M, equivale ad un peso P, che tirasse la palla per direzione orizzontale opposta alla direzione dell' acqua TM, il qual peso ad effetto di mantenere la palla nella declinazione dal perpendicolo GEM, in cui l' acqua la sostiene, dovrebbe per le cose dette stare al peso che ha la palla nell' acqua, come la tangente della

Se il fondo d'un alveo di fiume, fosse un piano perfetto, non darebbe esso alcun impedimento alle di lui direzioni; ma perchè particolarmente *fra le montagne, gli alvei de' fiumi sono assai scabri, comecchè ripieni di sassi;* quindi è, che sebbene la direzione di tutta l'acqua è inclinata ad una sola parte; i moti però particolari della medesima si fanno quasi da tutti i lati; poichè l'incontro de' sassi la obbliga a divertire lateralmente da una banda, e dall'altra; ed incontrandosi queste direzioni, ne nascono certi, come bollimenti di

---

declinazione GEM al raggio, onde per l'osservazione dell'angolo GEM sarà noto il predetto peso P. Intendendo dunque un cilindro d'acqua che sia del medesimo peso trovato P, e che abbia per base il cerchio massimo della palla, vuole che l'altezza di questo cilindro (la quale si potrà calcolare, quando si abbia noto il peso d'una tal misura d'acqua v. g. d'un oncia cubica) sia quella altezza, la cui pressione potrebbe produrre quel grado di velocità, con cui l'acqua sostiene la palla nella detta inclinazione; e però supponendosi di poter calcolare sul fondamento di altre sperienze quanta sia la velocità assoluta, che corrisponde alla pressione dell'acqua sotto la detta altezza (egli si vale a tal uso de' numeri della tavola del nostro autore registrata nel fine del trattato della misura delle acque correnti) si verrà con ciò a sapere la velocità assoluta dell'acqua, con cui sostiene la palla in M. Ma oltre di che i numeri delle velocità, o sia degli spazj registrati nella predetta tavola, secondo le cose da noi dette in una annotazione del capo primo sono tutti minori del vero (o forse della metà in circa) non è bastantemente chiaro, che per essere il peso di quel tal cilindro d'acqua in equilibrio colla forza dell'acqua, che investe la palla, la velocità dipendente dalla pressione (o vogliasi dalla discesa) che conviene all'altezza di quel cilindro, sia appunto quella con cui l'acqua la investe, come in tal discorso si prende per supposto.

Il sig. di Grovesande nelle istituzioni della filosofia neutoniana al §. 376. trattando della resistenza che soffre un cilindro, il quale secondo la lunghezza del suo asse si mova entro un fluido, conchiude con un ingegnoso discorso essere la detta resistenza eguale al peso d'un altro cilindro composto della medesima materia fluida, colla medesima base del primo, e che abbia per altezza la metà di quella, da cui cadendo un corpo nel vacuo acquisterebbe quella velocità, con cui si move il cilindro, e lo stesso applica poi alle sfere nel §. 382. Dal che segue, che se al contrario la sfera starà immobile, e l'acqua si moverà contro di essa, la forza con cui la spingerà, sarà eguale al peso d'un cilindro d'acqua, che abbia per base il cerchio massimo della sfera, e la cui altezza sia la metà di quella, onde un corpo che cada nel vacuo, acquisti la velocità, con cui l'acqua si move; dal qual teorema si può dedurre (come poc'anzi si è fatto nel metodo del sig. Corradi) la velocità dell'acqua, ove per l'osservazione si abbia la declinazione del pendolo dal perpendicolo.

Non lascierò in questo proposito di far menzione d'un esperimento, di cui l'anno 1727 feci alcuni saggi per tentare di rinvenire con misure immediate, non pure le velocità rispettive, ma le assolute delle acque de' fiumi, cioè a dire di trovar lo spazio, che ciascuna parte di esse scorre in un dato tempo, parendomi che un sì difficile argomento non meglio illustrar si possa, che coll'esperienza. AB (*fig.* 69.) era una superficie d'acqua stagnante in una vasca lunga da cinque pertiche, e poco meno larga, sopra la quale a poca altezza si era teso in

acqua, e talora vortici; per la stessa ragione, dall'incontro de' sassi *in parte ristagnata, ed in parte ribattuta verso la superficie l'acqua corrente, cagiona un gonfiamento nella propria superficie*, il quale sta in un continuo disfarsi, e ripararsi, il quale pure in poca altezza di corpo d'acqua, può passare per uno spezzamento di onda; ma *quando l'acqua è assai alta, non si rompe già la di lei superficie, ma si ripiega con un continuo, e stabile ondeggiamento*. Per maggiore intelligenza di ciò, suppongasi che la linea FA (*fig.* 45.) sia il

---

positura orizzontale, a saldamente raccomandato da amenduo i capi della lunghezza, un filo di rame cotto CD, il quale passando per li due anelletti pur di rame E, F teneva sospeso per essi un leggerissimo semicircolo GHI cavato in una assicella piana, e sottile, talchè il diametro di esso GI fosse anch'egli paralello all'orizzonte, e il punto H de' 90 gradi contati da G, o da I stesse a piombo sotto il centro K della divisione. Era un altro filo MI di seta attorta legato al lembo del semicircolo verso I, il qual filo si facea passare sopra un cilindro M, a guisa di subbio, per modo che la retta MI si stendesse orizzontalmente, e nel medesimo piano del semicircolo GHI, e il detto cilindro M era fermato in tal sito stabilmente da un capo della vasca. Girando con un manubrio il cilindro M si avvolgeva ad esso il filo MI, che tirava seco il semicircolo, scorrendo questo per mezzo degli anelletti E, F lungo il filo CD, da C verso D. Dal centro del semicircolo K pendeva un perpendicolo KP, che portava una palla di piombo P altamente immersa nell'acqua AB; onde movendosi il perpendicolo al moto dal semicircolo, la resistenza dell'acqua lo facea deviare dalla linea verticale KH dalla parte contraria al detto moto; il quale quando riusciva di render equabile, avvolgendo sempre coll'istessa celerità il filo IM intorno al subbio M, l'angolo di deviazione HKP dovea mantenersi, e in fatti si manteneva non ostante il moto dello strumento, sempre d'una stessa misura (maggiore tuttavia, o minore, secondo che in una, o in un'altra esperienza si variavano le velocità del moto predetto) onde nel passare cho faceva la macchina davanti agli occhi di chi era sulla aponda della vasca, bastantemente si distingueva il numero de' gradi HO indicato dal filo KP, i quali gradi erano notati sul lembo del semicircolo con segni neri, e ben visibili. Solo era da avvertire, che siccome prima di cominciare a tirare il filo MI, e con esso tutto l'ordigno, il perpendicolo KP pendeva immobilmente nel sito verticale KH, così al cominciare il detto moto, non poteva acquistar subito tutta quella inclinazione HO, che quella tal velocità richiedeva, ma solo vi si riduceva dopo avere lo strumento corso qualche spazio, nè più poi se ne distoglieva, purchè il moto fosse equabile, o parimente nel fine del moto non si rimetteva il pendolo sulla linea verticalo *kh*, se non alquanto dopo che il moto si era arrestato; e però si erano notati sulla sponda della vasca due punti V, Z, in diritto de' quali, quando passava il centro dello strumento, si era sicuro per prova fattane, che il filo era nella sua inclinazione permanente. Nè tacerò, che il filo del perpendicolo KP era doppio, e i due capi di esso pendevano in mezzo il piano del semicircolo, da cui stavano un poco discosti, e si riunivano poi nella palla P, il cui centro veniva con ciò a moversi sempre nel piano del semicircolo, e de' fili CD, IM. Notavasi dunque con un orologio a pendolo, il tempo in cui il centro del semicircolo scorreva lo spazio VZ, la cui lunghezza si era misurata col passetto, al quale spazio era necessariamente uguale lo spazio K*h* descritto nel detto tempo dal centro dello strumento, e lo spazio P*p* scorso

fondo di un fiume, per lo quale scorra l'acqua, la cui superficie sia DE, e sia detto fondo così inclinato, che l'acqua arrivata in E, abbia un impeto, o velocità dovuta alla discesa GE; ed ivi ritrovi l'impedimento AB, il quale faccia angoli ottusi colla direzione DE; ed in oltre sia la di lui altezza perpendicolare molto minore della GA, e la lunghezza tale che possa essere scorsa, non ostante gl' impedimenti, per virtù dell' impeto prima conceputo dall' acqua. Ciò posto arrivata che sia l'acqua in E, non v'ha dubbio, che incontrando l'ostacolo AB, non sia per ritardarsi, ma non interamente; onde conservando qualche parte del proprio impeto, potrà scorrere per l'aclività AB, ed anche sormontarla, sinchè trovando la discesa libera per BC, possa continuare il suo corso. In questo caso egli è evidente, che sebbene una porzione di acqua ricadesse da B in E, ciò però non ostante, la forza di DE di nuovo la rispingerebbe verso B, e se a tanto non bastasse, una parte ristagnerebbe nella concavità E, e facendo crescere l'altezza sino ad AH, abbrevierebbesi, e renderebbesi meno acclive la strada HB, la quale finalmente potrebbe essere scorsa dall'acqua, mediante l'impeto acquistato per la discesa DH. Quindi è manifesta la ragione, per la quale *quando un fiume di tal sorte incontra un ostacolo, si alza la di lui superficie sopra l'ostacolo medesimo, più di quella che le sta attorno; e se l'ostacolo è continuato da una ripa all'altra*, come sarebbe una chiusa, o pescaia, *tutto il fiume corre in qualche parte all'insù*, prima anche di arrivare all'ostacolo, sopra del quale sta a perpendicolo la maggior altezza

---

dal centro della palla. Il rapporto dello spazio, e del tempo dava la velocità assoluta della palla corrispondente all'inclinazione notata HO.

Da ciò era facile inferire, che se all'incontro si fosse tenuto fermo lo strumento sopra l'acqua corrente, onde la forza di questa avesse fatto deviare la medesima palla dalla linea a piombo della stessa quantità HO, la velocità assoluta dell'acqua corrente sarebbe stata la medesima, che quella della palla nell'acqua stagnante, e per tal modo dopo diverse prove fatte in acqua stagnante, sempre colla medesima palla dandola diverse velocità, e notando le inclinazioni del pendolo, si avrebbe avuto uno strumento atto a misurare le velocità assolute delle acque de' fiumi. In quelle che se ne fecero nella detta vasca le tangenti delle inclinazioni HO furono sempre assai esattamente proporzionali ai quadrati delle velocità.

Dava qualche incomodo nella pratica di tali sperienze il peso dello stesso semicircolo colla palla annessavi, che obbligava il filo CD ad incurvarsi, e a fare un poco di catenaria, onde il semidiametro HK si spiombava alquanto, e l'osservazione dell'arco HO era soggetta a un poco d'errore, ma così a questo come alla maniera di rendere ben equabile il moto si sarebbe provveduto con altri congegni, se altro occupazioni non mi avessero distolto dal proseguire tali sperienze, le quali quantunque imperfette ho voluto indicare, affinchè se altri le stimassero di qualche utilità abbia campo di perfezionarle.

del corso acclive: e questa è una eccezione alla regola, *che l'acqua sempre corra al basso*.

Da ciò che si è detto sin ora, si può desumere un indizio per conoscere, se un fiume corra per impeto preconceputo: e si avrà dall'osservare, *se incontrando degli ostacoli nel fondo, s'alzi la di lui superficie sopra di essi*; poichè egli è certo, che *la forza della sola altezza non può fare ribalzare l'acqua, più alto della superficie regolare del fiume*; essendo eguale il contrasto dell'acqua superiore alla forza del ribalzo; e da ciò pure deriva, che posti gli ostacoli medesimi del fondo, in diverse altezze dell'acqua, non sono eguali *i gorgogliamenti della superficie*, i quali sempre *sono maggiori in acqua bassa, che in piena di fiume*; posciachè non dipendendo l'impeto dell'acceleramento dall'altezza dell'acqua, ma solo dalla quantità della discesa; resta egli invariato, sia alto, o basso il fiume: ma per lo contrario, *la resistenza che fa all'acqua ribattuta verso la superficie il corpo della medesima, è maggiore, quando altresì è maggiore l'altezza dell'acqua*; il perchè è necessario che allora succeda più sensibile l'effetto, quando la resistenza al risalto dell'acqua è minore, cioè quando il fiume è più basso; ond'è, che per eleggere i guadi sicuri, si ha risguardo a' luoghi, ne' quali l'acqua risentendo le asprezze del fondo si frange: segno della minore altezza in que' luoghi; e si sfuggono quelli, ne' quali il fiume sembra correre più eguale; poichè ivi è sempre maggiore profondità.

Tutto il contrario succede a quegl'impedimenti che spuntano fuori dell'acqua, come sono le ripe de' fiumi; poichè *non tanto s'alzano le acque vicino a' froldi, in fiume basso, quanto nella piena di esso*; e la ragione si è, perchè quando il fiume è pieno, maggior copia d'acqua viene impedita, e perciò dee maggiormente alzarsi, che quando è mezzano, o basso; concorre anco a ciò parzialmente *il rinfrangersi che fa l'impeto della discesa, maggiore in acqua alta, che in acqua bassa*; sì perchè la superficie è più lontana dagl'impedimenti del fondo, sì ancora (1) perchè la cadente del pelo è più declive;

(1) Si prende qui per supposto, che la cadente del pelo dell'acqua sia più declive in piena del fiume, che in acqua bassa, il che secondo le ipotesi dell'autore quando le larghezze siano uniformi, non si dee verificare se non in quei tratti ne' quali il fiume si va tuttavia accelerando per la discesa, come nelle parti dell'alveo più vicine all'origine, o di nuovo presso gli sbocchi, come vedremo nel capo 8. Per altro ove l'acqua cammini con moto fisicamente equabile, il pelo della piena dee essere parallelo al fondo, non meno che quello dell'acqua bassa. Ben è vero, che in un medesimo tratto di fiume, può darsi che il moto sia renduto equabile, quando il fiume è in istato di magrezza, e però maggiormente risente la resistenza del fondo, ma in istato di piena seguiti ancora ad accelerarsi non soffrendo tanto ritardo dagl'impedimenti.

questa pure è la causa che *un palo piantato dentro l'alveo d'un fiume, se questo è basso, o poco veloce, viene lambito dolcemente dall'acqua; ma essendo il fiume pieno, o constituito in velocità considerabile, s'eleva l'acqua incontrandolo.*

Il *mantenersi dell'acqua più alta, vicino alle concavità delle botte, che sopra le spiaggie all'incontro*, procede dal continuo farsi, e disfarsi di tale altezza; poichè nel tempo che l'acqua elevata sopra il livello della sua vicina, tenta di spianarsi sulla superficie di essa, ne sopraggiunge dell'altra, che ritorna in essere l'effetto primiero; quale perciò tanto dura, quanto le cause che lo producono.

Un non so che di simile s'osserva nelle cadute dell'acque per li canali molto declivi, e ristretti, i quali terminano in canali molto meno declivi, e più larghi. Sia il canale più declive AB (*fig.* 40.), ed il meno declive BG, e sia la lunghezza del canale AB; discenda l'acqua per AB, accelerando il suo moto, ed abbia in B quella velocità ch'è dovuta alla caduta CH; supponiamo ancora che *l'acqua*, uscendo da B, *entrando nel canale* BG *meno declive, ma più largo*, richieda per iscaricarsi l'altezza BE minore della CH: s'osserva in tal caso, che l'acqua per AB *non porta la sua superficie* CD, *ad unirsi con quella di* EF, *ma si profonda, come in* ED, *sotto del livello* EF, *e l'acqua resta in* ED *sospesa, conservandosi la superficie dell'acqua corrente in* CDEF. La ragione di questo fenomeno è, che avendo l'acqua per la discesa acquistata velocità maggiore, di quella che possa produrre l'altezza EB, è necessario conseguentemente ch'essa scacci l'acqua IDB dal suo luogo, e continui il corso per IB: e perchè l'acqua BD uscita dal canale AB, ricerca l'altezza BE, perciò arrivata in B, si eleva in E, e comincia a discendere in EDI; e perchè arrivata in D, è trasportata con maggiore velocità di quella le possa essere somministrata, cadendo da E in D, essendo maggiore la velocità della discesa CD, di quella dell'altezza ED, perciò è necessario che vi resti il vacuo EDI, se non in tutto, almeno in parte. Per la stessa ragione ponnò sostentarsi alla medesima altezza IE le sponde di acqua laterali al vacuo IDE; le quali però, comechè vanno somministrando maggior copia d'acqua alla vacuità IDE, la renderanno minore; onde più sensibile sarà l'effetto predetto, se continuandosi le sponde del canale inclinato, impediranno la caduta dell'acqua laterale. Il medesimo effetto s'osserva, se annesso al canale inclinato ne succeda uno, o orizzontale, o poco inclinato; ma della medesima larghezza del predetto, e che finalmente termini in uno assai largo; poichè nel canale di mezzo si vedrà l'acqua correre colla superficie molto più bassa, che nell'inferiore più largo, continuando per qualche tratto nel canale di mezzo la velocità acquistata nella discesa per lo primo; e vi è apparenza, che se il detto

canale di mezzo fosse lungo considerabilmente, la superficie dell'acqua corrente per esso, si dovrebbe rendere acclive a misura, che le resistenze di esso impedissero la velocità acquistata nella discesa per lo canale inclinato.

È osservazione accertata, che molte volte *nelle piene de' fiumi, gonfi l'acqua nel sito del filone*, dimanierachè, alcune volte riesca ella in tal sito più alta delle sponde del fiume. Ciò succede, perchè essendo nel sito del filone l'acqua più veloce, ogni impedimento che trovi, per picciolo che sia, le toglie molto dell'impeto antecedente; e perciò bisogna che l'acqua s'elevi più in detto luogo, che negli altri, ne' quali essendo l'acqua meno veloce, e con poco impeto; ancorchè gl'impedimenti egualmente operassero, sottentrerebbe l'altezza dell'acqua a restituire la velocità perduta; e per conseguenza, non facendosi ivi tanta perdita di velocità, nè meno dovrebbe farsi tanta altezza; e da ciò si deduce la ragione, per la quale *i fiumi di corso debole nelle piene, e quelli che nell'abbassarsi perdono considerabilmente la velocità, e l'impeto, hanno in tale stato la superficie affatto eguale, e senza veruno colmeggiamento:* e questo è un altro indizio per conoscere, quali siano i fiumi che hanno l'acqua, almeno in superficie, veloce per acceleramento di caduta.

Quegli che vogliono assicurarsi del sito del filone d'un fiume, osservano quale sia la strada che tengono le materie leggieri portate dall'acqua, come sono foglie d'arbori, pezzetti di legno, spume, e simili; e giudicano quella essere il sito del filone: ciò è appoggiato ad un'ottima ragione; perchè realmente *i galleggianti devono a poco a poco ridursi nel sito, nel quale l'acqua è più veloce, ed arrivativi, non possono che per accidente partirsene*; posciachè, avendo ogni corpo qualche grandezza, è portato, o spinto da più linee d'acqua che secondo la diversa distanza dalla ripa, sono meno veloci; e perciò quella parte di esso corpo, ch'è più verso il mezzo del fiume, viene a ricevere più di moto, che la più lontana; quindi è necessario, che il corpo tutto si volti in giro verso il filone, e facendo ciò, viene ad opporsi al moto di più altre linee d'acqua di velocità difforme; e perciò sempre più viene ad accostarsi al filone medesimo, sintantochè trovi tal sito, nel quale tanto la parte destra, quanto la sinistra, siano spinte di moto uniforme; il che solo si ha nel luogo del maggior corso, cioè nel filone, o vicino ad esso.

È superfluo di ripetere in questo luogo le cause, per le quali *negli alvei diritti, il filone mantiene il sito di mezzo dell'alveo, e ne' tortuosi passa da una sponda all'altra, accostandosi alla ripa* nel vertice delle corrosioni, e delle botte; e parimente, per qual cagione *il* medesimo *filone segua* col suo andamento, *la maggiore profondità dell'alveo, e talora l'obbliquità delle sponde*; poichè questi, ed altri

simili problemi, sono stati spiegati ne' capitoli antecedenti. Passo adunque a considerare due particolari, che sono i vortici che si fanno ne' fiumi, ed i gorghi che si generano negli alvei de' medesimi. Quanto a' primi è da sapersi, che questi sono di due sorti; posciachè *altri derivano dalle voragini, che assorbiscono l'acqua dal fondo, o dalle sponde de' fiumi*, e sono causati da due direzioni combinate, l'una perpedicolare verso il foro della voragine, l'altra, o orizzontale, o inclinata lungo il corso del fiume. Nella generazione di questi vortici ha anche gran parte la pressione dell'aria; e perciò molte volte sono aperti, e come forati nel mezzo a modo d'un imbuto; onde è, che l'acqua cadendo con gran velocità nel vacuo del foro predetto, porta al basso i corpi galleggianti, che vi precipitano dentro, spinti dall'aria superiore, che fa sforzo per sottentrare nel luogo di quella, che dal vortice medesimo continuamente viene ingoiata: incidente, che apporta un grandissimo pericolo alle navi che sopra vi passano. Di tali vortici se ne trovano non solo ne' fiumi, ma anche nel mare, le proprietà, e cause de' quali sono state diffusamente, e seriamente trattate dal signor Geminiano Montanari, già mio riverito maestro, nella sua operetta postuma, intitolata *Le forze d' Eolo*.

Gli *altri vortici de' fiumi si chiamano ciechi*, e non sono altro, che certe circolazioni senza veruno assorbimento d'acqua ch'esca dall'alveo del fiume, cagionate dalla diversità delle direzioni fatte, o dall'inegualità del fondo del fiume, o dall'incontro delle ripe, ed altri ostacoli, o dalla disuguaglianza del livello nelle parti dell'acqua; e questi, o sono mutabili di sito, o no, secondo che le loro cause efficienti, o sussistono sempre nel medesimo sito dell'alveo, o pure mutano luogo, e cessano. I primi sono frequentissimi, e per lo più sono portati a seconda dalla corrente, risolvendosi in nulla in breve spazio di tempo, per lo conato che fa la direzione del corso primario del fiume, di unire a sè medesima quella di tutti gli altri moti; ma i secondi, se non sono tanto frequenti, sono ben più considerabili per li cattivi effetti, che partoriscono nell'escavazioni, che succedono al fondo, e nella corrosione delle ripe. Riconoscono questi il più delle volte, l'inclinazione degli ostacoli ad angolo retto, o acuto contro la corrente, da' quali è ribattuta la direzione dell'acqua verso la ripa; e non trovando esito, è obbligata a rivoltarsi all'insù, sintantochè, unendosi col corso del fiume, viene di nuovo rispinta al basso: nelle parti inferiori di questi vortici, trovasi l'acqua molte volte più alta, che nelle superiori, a causa degli ostacoli che fanno elevarla; e perciò, tanto più facilmente succede il moto contrario al filone, dal quale quanto più il vortice è tenuto stretto alla ripa, tanto maggiormente opera contro di essa.

In questa maniera si generano i vortici nel principio delle corrosioni,

e vicino a' ripari, ed alle ale de' ponti; e dalla medesima causa derivano quelli che succedono al di sotto delle cateratte; poichè dalla violenza di esse assottigliandosi, e ristringendosi il corpo d' acqua, è necessario che dopo la caduta, si rifranga impeto così grande, nel contrasto fattoli dal fondo; e perciò, che l' acqua ritardata s' alzi di corpo: il che succedendo maggiormente verso il mezzo della cascata (per la stessa ragione, che rende il filone più alto dell' acqua dalle bande) e non trovando l'acqua elevata, sostegno laterale, comincia a scorrere di qua, e di là, ed a tormentare perciò le sponde, le quali cedendo allargano in quel sito l'alveo, più che nelle parti inferiori, dove restringendosi le ripe, a proporzione del corpo d'acqua che dee correre tra esse, vengono ad opporsi in parte alla corrente, non ancora tutta diretta al lungo dell'alveo; e perciò è sforzata una parte dell' acqua a radere con moto contrario la sponda medesima, che vuol dire a formarvi un vortice.

È ben regolare ne' fiumi, i quali hanno le ripe paralelle; anzi in quelli che non hanno che una sola ripa da ciascuna parte, che *la maggiore velocità*, cioè il filone *stia sempre perpendicolare al maggior fondo, e che la direzione delle parti inferiori dell' acqua, sia la medesima con quella delle superiori*; ma egli è ben anche vero, come abbiamo dimostrato nel capitolo antecedente, che la diversa situazione delle sponde inferiori, mezzane, e superiori, fa che le direzioni dell' acqua in diverse altezze, s' inclinino fra loro, e perciò siano idonee anche solo a generare de' vortici stabili; e di qui nasce ancora, che i vortici non sempre sono continuati dalla superficie al fondo del fiume; poichè ve ne sono di quelli affatto superficiali, come nati dall' incontro della direzione dell' acqua superficiale colle sponde più alte ec., e degli altri che hanno l' essere solamente da cause operanti vicino al fondo, i quali poco, o nulla si manifestano alla superficie; e perciò si dà il caso che si osservi in un fiume basso, o mezzano qualche vortice, o altro moto particolare, che in acqua alta non fa apparenza veruna; e può anch' essere che in acqua bassa si trovino de' moti accidentali, i quali realmente cessino, quando il fiume è pieno, cioè a dire, quando per lo gran corpo d' acqua, accresciuta la velocità, acquista una gran proporzione alle resistenze; e perciò superandole, quasi del tutto, non lascia che le medesime partoriscano effetti sensibili, i quali molto bene ritornano in essere, dopo cessata la piena.

Le *sezioni de' fiumi, nelle quali si trovano vortici, devono essere*, per questo capo, necessariamente *più larghe, o più profonde di quelle nelle quali l' acqua cammina tutta al lungo dell' alveo:* la ragione è manifesta, dovendo le prime essere capaci di scaricare l' acqua che viene dalle parti superiori dell' alveo, ed in oltre di dar luogo a quella,

che con moto contrario dee girarsi ne' vortici; e da ciò nasce, che questi riescono cotanto perniciosi alle ripe, ed a' fondi degli alvei, rodendo le prime, ed escavando i secondi ne' luoghi dove accadono.

Sembra maravigliosa a qualcheduno la conservazione de' *gorghi*, che per lunga serie d' anni *si mantengono, e nel luogo stesso, e colla medesima profondità:* la maraviglia nasce dal credere, che nell' escrescenze l'acqua di essi debba restare stagnante, come si vede essere in fiume basso; al che, se fosse vero, necessariamente dovrebbe succedere qualche deposizione di materia, e per conseguenza il riempimento del gorgo, il che non si osserva. Questa ragione, che per se medesima, non difetta in alcuna parte ci fa molto bene vedere, che siccome è falso, che i gorghi si riempiano senza mutare le circostanze che concorrono alla loro generazione; così non è vero, che l' acqua di essi nelle piene si conservi in quella placida quiete, che apparisce in magrezza d' acqua; e perciò egli è d' uopo rinvenire, come, e d' onde nasca la velocità, che può bastare a mantenere il fondo del fiume in quel sito scavato ad una profondità sempre uniforme, il che non sarà difficile, se seguiteremo le vestigia delle notizie fin ora date.

Egli è certo, che *i gorghi si trovano per lo più al piede delle botte, o piarde, o degli ostacoli incontrati*, come sono i pilastri che sostentano gli archi de' ponti ec. oltre quelli che sono fatti dalle acque cadenti dalle cataratte, de' quali è manifesta al senso la causa della generazione, e della conservazione. L' incontro quasi retto, fatto dagli ostacoli alla direzione dell' acqua, è quello che la sforza a rivoltarsi, parte verso la superficie, parte verso il fondo del fiume; la prima cagiona l' elevazione maggiore dell' acqua in quel sito, l' altra agisce contro il fondo del fiume, e lo scava; ed ecco la prima origine del gorgo. In fatti non si può concepire che una direzione paralella alla cadente naturale del fondo del fiume, possa fare alcuna escavazione, essendo a ciò necessario, che la direzione faccia angolo col resistente; quindi è certo, che l' acqua scavando si spinge sotto il piano del fiume per una direzione, o obbliqua, o perpendicolare; ma incontrando finalmente la resistenza del terreno, ed essendo spinta dall' altr' acqua che la seguita, bisogna altresì che dal fondo del gorgo riascenda alla di lui superficie, in sito nel quale l' altezza dell' acqua superiore sia minore, e non faccia tanto contrasto all' uscita la direzione perpendicolare di essa; dal che nasce in parte la determinazione della lunghezza, e larghezza del gorgo, e per l' altra parte dalla qualità, e dalla disposizione degli impedimenti, siccome la profondità è fatta dalla qualità dell' incontro, dalla forza della direzione, dall' altezza dell' acqua, e dalla resistenza del fondo del fiume.

L' entrare e l' uscire dell' acqua de' fiumi dalla cavità de' gorghi, può farsi, o in maniera che l' acqua entri nella parte superiore, ed esca dalla inferiore, o al contrario: se il primo risalirà l' acqua dal fondo del gorgo per un piano acclive, come si è spiegato in più luoghi; ma se l' acqua uscirà dalla parte superiore del gorgo, si formerà un vortice verticale, perchè l' acqua uscita al di sopra, si unirà alla corrente del fiume, che di nuovo dev' essere spinta dagli ostacoli dentro del gorgo medesimo; e di quì ne viene, che i corpi trasportati dal fiume, incontrandosi in gorghi vorticosi, sono più volte ribalzati dal fondo alla superficie, e rispinti dalla superficie al fondo, prima che escano dal sito del gorgo. *Questa sorte di vortici verticali*, i quali molte volte riescono inclinati all' orizzonte per cagione di altri impedimenti, sono quelli che più danneggiano il fondo de' fiumi, scavando i gorghi in profondità incredibile; e ciò *maggiormente succede quando l' escavazione arriva a trovare il terreno fracido de' sortumi*, che per sua poca resistenza è in istato di cedere a qualsisia picciola forza. Anche i vortici orizzontali, de' quali abbiamo parlato di sopra, se arrivano a toccare il fondo, lo scavono in gorghi; perchè rivoltata l' acqua all' incontro della corrente, trova l' inclinazione dell' alveo; e perciò incontrandola, abbenchè ad angolo molto obbliquo, comincia a staccarne le parti, ed a formare una cavità, dalla quale dovendo poi uscire l' acqua, è necessario che il vortice prenda qualche inclinazione, ed a poco a poco di orizzontale si faccia, o perpendicolare, o inclinato a modo di una spira, e perciò si renda in istato più potente di fare maggiore escavazione; ben è vero, che i gorghi cagionati da' vortici orizzontali, non riescono così profondi, come quelli fatti da' vortici perpendicolari, perchè quelli rare volte producono delle direzioni perpendicolari; ma se si combinano insieme, e questi, e quelli, allora si squarciano le viscere, per così dire del fondo del fiume, e si formano piuttosto voragini, che gorghi.

Incontrandosi *che un ostacolo sia abbracciato dalla corrente:* come succede a' pilastri de' ponti, *succedono de' gorghi che abbracciano l' ostacolo dalla parte superiore, e terminano in niente da' lati:* effetto che succede dalla riflessione dell' acqua verso il fondo nel luogo dell' incontro, e dal vortice perpendicolare che vi succede, il cui esito è dall' uno e dall' altro lato dell' ostacolo, dopo del quale il vortice degenera in due orizzontali, e superficiali. E quì mi viene il taglio di osservare, che *alle volte sotto de' vortici delle piene si formano gorghi*, come si è spiegato di sopra; *ed alle volte nel calare dell' acqua si vedono ivi maggiormente elevate le alluvioni;* la differenza nasce da ciò, che nel primo caso i vortici continuano dalla superficie sino al fondo del fiume, ma nel secondo sono affatto superficiali; e questi in

vece di escavare il fiume, se hanno sotto di sè acqua, o stagnante, o di poco moto, sono causa che succedano maggiori deposizioni; poichè dopo che l'acqua ivi trattenuta, ha deposta la sua materia più grave; il vortice serve a portarvi nuova torbida, e perciò mutandosi continuamente l'acqua, è ivi siccome portata nuova torbida, così fatta maggiore deposizione, al contrario degli altri siti ne' quali non si trovano vortici simili; poichè restando in questi sempre l'acqua medesima, o cambiandosi più lentamente, non si può fare che poca deposizione di materia terrestre; e perciò non è maraviglia, che al di dietro de' pilastri de' ponti, sebbene si formino vortici orizzontali, nulladimeno si osservino ancora dossi ben grandi.

Questi moti vorticosi per lo più non sono osservabili in acqua bassa: e la ragione si è, perchè in tale stato non avendo essa velocità, e corpo che basti, servono i gorghi, come di piccioli laghi per ricevere l'acqua del fiume, la quale trovando in essi larghezza, e profondità maggiore, di quella che richiede il corpo dell'acqua corrente, perde la velocità, e lascia che in quel sito la superficie dell'acqua si disponga quasi ad un piano orizzontale, e sembri come stagnante; il che maggiormente è vero, quanto minore è il corpo d'acqua, e la di lei velocità in proporzione della capacità del gorgo; nel qual caso egli è evidente, che non arrivando l'acqua ad incontrare con impeto gli ostacoli, nè meno possono succedere alcuni di quegli effetti, che dalla mutazione della direzione, e dall'impedimento della velocità derivano. Per altro *ne' fiumi che in ogni stato conservano velocità considerabile, e corpo d'acqua sufficiente, s'osservano in ogni tempo; anzi* se corrono sopra fondi sassosi, e ghiarosi, *più in tempo di scarsezza d'acqua, de' moti vorticosi, ed irregolari:* e ciò succede, perchè in tempo di abbondanza d'acqua, gli effetti cagionati dagli impedimenti del fondo, non si manifestano alla superficie, osservandosi in tale stato solamente quelli che derivano dalla situazione delle sponde.

Tutto ciò appartiene a' fiumi, che dalla loro origine si partono, scorrendo per alvei non interrotti, nè da cateratte, nè da laghi ec. onde l'ordine porta che discorriamo dell'uno e dell'altro di questi interrompimenti. *Sono le cateratte certe cadute d'acqua precipitose, che succedono quando, o per natura, o per arte incontra il fiume un resistente, che lo traversa da una ripa all'altra; e non potendo corroderlo, è necessario che lo sormonti;* tale impedimento serve a mantenere elevato il fondo dell'alveo superiore, che necessariamente viene ad essere regolato dalla di lui soglia superiore; ma *niente contribuisce alla stabilimento dell'alveo inferiore,* che prende regola, e determinazione o dalla soglia di una nuova cateratta, o dallo sbocco d'esso fiume in un lago, nel mare ec. Quindi è, che se le condizioni del fiume richiederanno nel sito della cateratta, l'alveo, o egualmente

o più elevato della sommità di essa, riempiendosi l'alveo inferiore, cesserà essa dal suo officio, ma se per lo contrario, l'alveo inferiore dovrà restare più basso della cateratta, per grande che sia la quantità della materia, che col fiume precipiti da essa, non potrà egli interrirsi, ma si manterrà sempre nello stato medesimo.

Variansi i moti dell'acqua in questi siti, per più cagioni: la prima si è *la direzione della cateratta, che può essere, o ad angoli retti col corso precedente del fiume, o ad angoli obbliqui*; se sarà ad angoli retti, *l'acqua seguiterà a correre per lo medesimo piano verticale di prima*; ma se ad angoli obbliqui, *prenderà sempre una strada un poco inclinata a quella parte, alla quale la cateratta fa angolo ottuso colla corrente*. La seconda cagione è *l'impeto* acquistato nell'alveo superiore, il quale *quanto è maggiore, tanto più tiene la caduta vicina alla direzione antecedente del corso*; e non essendovene di sorte alcuna, come sarebbe se la cateratta constituisse l'emissario d'un lago; *la caduta dell'acqua farassi in un piano verticale, che cada ad angoli retti sopra la linea della direzione della cateratta*. La terza si è la figura di essa cateratta, la quale può essere tagliata quasi perpendicolarmente, in maniera che l'acqua cadente sormontata la sommità di essa, non la tocchi più in verun luogo; ed in tal caso *descriverà l'acqua nel precipitare dall'altezza della cateratta una figura curva*, che prescindendo da ogni resistenza, dovrebbe essere *parabolica*.

Ma qui si dee avvertire, che *in alcune cateratte altissime sul principio della caduta; l'acqua si mantiene bensì unita sotto una sola superficie; ma nel progresso si frange in più parti*, e mostra una bianchezza simile a quella della neve; anzi in qualche parte si risolve in vapori, che producono una continua rugiada, e porgono occasione al Sole di dipingervi dentro i colori dell'iride: che se come per lo più succede nelle cateratte artificiali, alla soglia superiore d'esse, sia connesso un piano molto declive; scorrerà l'acqua per esso, prendendo le strade delle quali si è avuto discorso *nel capo VI. alle proposizioni I. e II.* E finalmente, *se alla sommità della cateratta succederanno de' scogli continuati*, dentro de' quali, di quando in quando, l'acqua cadendo si spezzi, *succederanno diversi moti irregolari*, procedenti dalla quantità dell'impeto, dalla direzione de' sassi opposti a quella dell'acqua cadente; e dalla combinazione di più direzioni diverse ec.

Le cadute della sorte predetta, se trovano materia adattata nell'alveo inferiore, *vi formano sempre un gorgo profondissimo, ed in esso de' vortici*, alcuni de' quali che sono i più regolari, abbiamo descritti poco di sopra; dopo di che finalmente riassume il fiume il suo corso primiero, e produce quegli effetti che sono comuni agli altri

fiumi. Ma nell'alveo superiore è da notare, che (1) *dovendo l'acqua precipitare da una cateratta, prima di arrivare ad essa, acquista della velocità considerabile:* effetto non solo della viscosità dell'acqua, ma ancora della moscolanza de' canali, nella maniera spiegata *allo scoglio 3. della prop. prima del lib. 6. della misura dell'acque;* ma di ciò discorreremo più ampiamente *nel seguente capitolo;* solo rispetto alle cateratte sono da osservare alcuni effetti, che potranno illuminare la mente a chi, o assume di farne delle artificiali, o di demolirne delle naturali.

Primieramente adunque *servono le cateratte a sostenere l'alveo superiore più elevato, di quello che sarebbe mancando le medesime;* e perciò impediscono quelle soverchie escavazioni, che potrebbe fare il corso del fiume; *non trattengono* già, che *i sassi cadenti dalle montagne,* non si portano al basso, *se non in piccola parte;* quanto cioè basta a riempire il vano che forma l'altezza della cateratta; quale riempito che sia, torna il fiume a portare la materia di prima, o poco meno. 2.° Perciò *fanno buon effetto ne' fiumi, de' quali è soverchia la caduta;* ma non in quelli che ne mancano. 3.° (2) Molte volte *formano laghi,* i quali essendo profondi, ponno essere rimedio alla deficienza della caduta. 4.° *Servono per la derivazione de' canali,* che

(1) O sia che alla sommità della cateratta sia congiunto un piano declive per cui sdruccioli l'acqua, o che dalla detta sommità liberamente precipiti, formando una cascata curvilinea, sempre è necessario che segua qualche aumento di velocità nelle parti superiori alla cateratta; imperocchè nel primo caso l'acqua avanti di giugnere ad essa, comincia a scendere come per un piano maggiormente inclinato, per tutto quel tratto a cui si estende il detto piano declive prodotto allo insù, fino al concorso colla superficie dell'acqua; e nel secondo le stesse tangenti della curva descritta dall'acqua del fondo, prolungate anch'esse dentro l'alveo superiore divengono tanti piani inclinati immaginarj, per li quali l'acqua va scendendo prima di giugnere alla cateratta, come l'autore spiega nel passo da lui citato; e tanto nell'uno, quanto nell'altro caso la viscosità, o aderenza, o dicasi attrazione delle parti dell'acqua, fa che la superiore venga in parte rapita, e strascinata dall'inferiore, che corre con maggiore celerità.

A riguardo di tale aumento l'altezza dell'acqua sopra il ciglio della chiusa si trova notabilmente minore, che nelle parti superiori, e pare eziandio ragionevole, che il fondo superiore per qualche tratto si debba risentire, e render meno declive di quello che sia nelle parti più lontane, dove la velocità non è aumentata. Nulladimeno se la caduta è libera tal diminuzione d'altezza non si rende per l'ordinario notabile molto allo insù, e i galleggianti non si scorgono accelerare il loro moto, che a poca distanza dal ciglio della chiusa: segno evidente, che ivi solo comincia la superficie a inclinarsi sensibilmente più che al di sopra, cioè che ivi solo si rende sensibile quell'aumento di velocità, che fa scemare l'altezza.

(2) Che superiormente alle chiuse, le quali attraversano un fiume, si formino dei laghi può succedere ove le acque di esso non portino materia atta a fare deposizione, e ove la sommità della chiusa non solo sia più alta delle ripe del fiume,

non ponno avere molta caduta, e ne *aggiungono alle fabbriche de' molini, ed altri edificj*. 5.° Se *le cateratte* sono *stabili*, *interrompono le navigazioni*; ma *essendo amovibili*, *servono per facilitare la medesima*, come apparisce ne' sostegni, che sono una specie di piccole cateratte.

Il secondo interrompimento degli alvei sono i laghi: questi alle volte servono di fontane a' fiumi, non essendo altro che un aggregato di più sorgenti, che tramandano le loro acque in un solo ricettacolo, dall' emissario del quale le scaricano; e di questi non è luogo qui a discorrerne; ma solo di quelli, che in un luogo ricevono l' acque de' fiumi, alle quali servono come di un piccolo mare, ed in un altro le tramandano fuori; si dee adunque discorrere al presente dell' acque che entrano ne' laghi, e di quelle che n' escono. Qualunque volta adunque entra un fiume in un lago, è necessario che abbia qualche velocità, e direzione, le quali abbenchè a poco a poco, dopo lo sbocco vadano scemando; nulladdimeno però a causa dell' impeto preconceputo, il più delle volte si conservano per qualche tratto,

---

ma si contigui orizzontalmente di quà, e di là dall' alveo di esso per la campagna aggiacente fino ad attaccarsi dall' una, e dall' altra parte coll' alto del terreno, come ne' laghi artificiali, che circondano la città di Mantova per ristagno del fiume Mincio. In tal caso non ha luogo ciò che l' autore poc' anzi disse, cioè che il fondo superiore del fiume venga sostenuto, e regolato dalla sommità della pescaia che lo attraversa, ma dee restare alla primiera bassezza, se pure in lunghissimo tempo non si rialzasse da quel poco di terra, che sempre portano seco i fiumi anche più chiari, al quale interrimento si può rimediare col lasciare a luogo a luogo nella chiusa degli emissarj muniti di cateratte, e con soglia tanto bassa quanto si stima opportuno, affinchè all' aprire la cateratta la forza stessa dell' acqua sgombri le posature.

Accade qualche cosa di simile anco ne' fiumi torbidi di sopra alle pescaie, qualora queste attraversando obbliquamente il letto del fiume non lo chiudano però affatto, ma lasciando all' acqua un angusto passaggio accanto a quella delle ripe, con cui comprendono angolo acuto dalla parte superiore, le fanno piuttosto sponda, che ritegno, e l' obbligano a passar tutta almeno in acqua bassa per una sezione molto minore di quella, sotto la quale corre il fiume ne' tratti più regolari. Simili chiuse (se tali si ponno chiamare) in vece di sostenere il fondo superiore del fiume servono a mantenerlo più basso, per la velocità che acquista l' acqua nell' andarsi riducendo alla angustie di quello sbocco, la qual velocità ella si guadagna coll' accrescimento dell' altezza, e in quella sezione, o nelle altre superiori per qualche tratto, in ricompensa della larghezza scemata; onde tornando poi di sotto alla chiusa alla sua larghezza, ed altezza ordinaria, la sola superficie è quella che per tal modo si viene a sostenere, e può servire a dar caduta a' mulini, o altri edificj. Di tali traverse, alcune ho vedute nel Tevere nelle vicinanze di Todi, in occasione di visitare quel fiume l' anno 1732 col dottissimo monsignore Giovanni Bottari, ora prelato domestico di Sua Santità; e potrebbero anco ove le larghezze sono soprabbondanti facilitare quella navigazione, se troppi altri ostacoli non vi fossero, che dissuadono dal tentare una tale intrapresa.

fintantochè communicato che sia il moto alle parti laterali, ed opposte, parte di esse tendono verso le ripe, parte ritornano vorticosamente verso l' immissario, e parte s' indirizzano verso l' incile, o emissario del lago. *Sin tanto* però *che il fiume influente conserva velocità*, osservabile in alcuna parte, *la di lui superficie resta più bassa di quella del lago*, cioè sul principio; ed in altri luoghi, cioè nel progresso colmeggia sopra la medesima, in conformità di ciò che si è dimostrato sul principio di questo capitolo, dipendendo questa apparenza dalla velocità, o impeto, col quale il fiume si porta allo sbocco; poichè s' egli entrerà con poca forza, sul bel principio s' equilibrerà colla superficie del lago.

Credono alcuni che le acque de' laghi siano da un capo all' altro equilibrate, come se fossero perfettamente stagnanti; io però non saprei dirlo accertatamente, parendomi verisimile, che *vicino a' luoghi che danno l' ingresso a' fiumi, debbano essere qualche poco più elevate di pelo, che negli altri luoghi*; siccome è certo per lo contrario, che *vicino all' emissario sono qualche poco più basse:* il motivo di tale asserzione è, perchè se il lago non ricevesse influsso di acqua veruna, ma solamente ne scaricasse, dovrebbe egli dalla parte dell' incile, restare più basso, che negli altri luoghi per tutto quel tratto ch' è determinato dall' unione della superficie del lago colla linea del fondo dell' alveo applicato all' emissario, prolungata dalla parte superiore; e però è impossibile da concepirsi, che il restante dell' acque, supposta orizzontale, non iscorra, abbenchè con moto lentissimo, ad occupare il luogo lasciato dall' acqua ch' esce dal lago, e perciò che la di lei superficie non s' inclini verso l' uscita; tanto più adunque vi si inclinerà, se dalla parte opposta sia somministrata nuova copia d' acqua da qualche fiume; e conseguentemente non potrà la superficie d' un lago essere perfettamente orizzontale. Ben è vero, che la differenza sarà insensibile nelle parti di mezzo; ma ne' siti vicini agl' immissarj, ed agl' incili può esser tale, che non solo con livelli esatti, ma ad occhio libero si manifesti. (1) Se però *tanto il fondo del fiume influente, quanto quello dell' efluente fossero orizzontali, e situati nel medesimo piano, allora la superficie dell' acqua del lago, sarebbe anch' essa affatto orizzontale per la prop. 11 del lib. v. della misura dell' acque*. Quindi è chiaro, che *l' acque de' laghi, e delle paludi, molto più s' accostano ad avere la loro superficie a livello, quanto meno sono inclinati i canali influenti, ed efluenti*; e perchè se il lago fosse angusto quanto i canali predetti, la superficie dell' acqua continuerebbe sulla cadente dovuta al canale influente; perciò *quanto*

(1) Vedi intorno a ciò quello che si è detto nell' annotazione 8.ª del capo 5.°

maggiore è lo spazio che ha l'acqua per espandersi lateralmente, tanto si rende più esatto il livello del lago. Ciò si dee intendere, *quando la copia dell'acqua ch'entra, è eguale a quella che esce*; poichè se la prima fosse maggiore della seconda, come succede sul principio dell'escrescenze de' fiumi influenti, in tal caso è evidente, che tutta l'acqua del lago dee essere declive verso l'emissario, verso il quale anche sono più osservabili le direzioni, ed i moti dell'acqua.

Tutto ciò che si è detto de' laghi, si dee intendere proporzionalmente ancora delle lagune, e paludi, *nelle quali però tanto è maggiore la differenza del livello, quanto che l'erbe*, che in queste nascono, *servono molto a sostenere l'acqua più alta in un luogo, che in un altro*; e perciò si vedono spesse volte calare l'acque dalle paludi considerabilmente vicino agli sbocchi, e ne' siti più lontani, appena essere sensibile l'abbassamento. Pertanto si queste, che i laghi producono l'effetto dimostrato nel fine *del capo VI.* cioè di rimediare al difetto delle cadute; poichè egli è certo, che interrandosi un luogo, dovrebbe il fiume che dentro vi s'imalveasse, avere per lo tratto di esso, molto più di caduta, di quello che abbiano le acque del lago; il che opererebbe, che il fiume influente si elevasse di fondo, e sormontando le proprie ripe, si portasse ad innondare il paese all'intorno, o formando un altro lago, o elevandolo colle alluvioni, sino ad incassarsi dentro di esse, e ciò continuerebbe a farsi finchè coll'altezza del proprio letto avesse acquistata quella pendenza che gli è dovuta, oltre le altre circostanze della lunghezza del viaggio.

Ha un non so che di simile all'ingresso d'un fiume in un lago, il passaggio dell'acqua corrente da una sezione angusta ad un'altra più ampia; essendo che *gli alvei dilatati possono* ottimamente, *paragonarsi ad un picciolo laghetto*, dentro il quale sbocchi l'acqua da una sezione più angusta, che in tal caso ha ragione d'immissario; siccome la susseguente pure angusta di emissario. Quindi egli è facile di dedurre le cause delle apparenze diverse che si osservano nell'uno, e nell'altro sito; poichè, se si vedrà che dove *i fiumi* sono soverchiamente larghi, ivi l'acqua non corra, o abbia il moto più lento; se vicino alle ripe si troverà l'acqua quasi essere stagnante, o pure correre con moto vorticoso all'indietro, radendo le ripe medesime; dal che dipende principalmente la conservazione delle sezioni più larghe; se ne' siti medesimi la cadente del pelo d'acqua sarà meno declive di quello, sia dove l'alveo è di larghezza uniforme, e proporzionata; ed al contrario, se nelle sezioni più strette l'acqua del fiume si vedrà tutta correre con maggiore velocità, e con maggiore pendio di superficie ec. facil cosa sarà applicare le ragioni sopraddette, per ispiegare

queste, ed altre simili apparenze; poichè *il lago altro non è che un fonte, o fiume dilatato, ed il fiume non è che un lago ristretto.*

Sono *gli alvei de' fiumi, quasi sempre più larghi di quello che richiede il bisogno dell' acqua che portano*; e perciò molte volte sopportano che loro sia ristretto l' alveo considerabilmente, senza veruna alterazione del loro pelo, il che non accaderebbe, se le larghezze fossero vive, anzi col tenere ristretti gli alvei de' fiumi, s' impediscono quei moti sregolati, che sono come la lussuria de' fiumi medesimi, e che apportano danno considerabile alle sponde, per la deviazione che fa l' acqua dalla direzione del suo filone; e perciò non è maraviglia, se i fiumi grandi, senza veruna maggiore dilatazione, sono molte volte capaci di ricevere nel proprio seno l' influsso di nuov' acque; poichè rendendosi in tal caso l' acqua proporzionata alla grandezza dell' alveo, viene essa ad essere tutta mantenuta in officio, ed obbligata a conservare la sua direzione al lungo dell' alveo, senz' alcuno laterale svagamento; ed è ben facile di concepire, che *l' acqua stagnante, o corrente vorticosamente all' [illegible], non contribuisce cosa alcuna allo scarico del fiume*; e che questa parte dell' alveo, per altro inutile, può benissimo dar luogo quando vi sia una forza maggiore al corso di nuov' acqua; e perciò è stato veduto il ramo del Pò di Venezia assorbire, da se solo tutta l' acqua del ramo di Ferrara, e di Panaro, senza che perciò si abbia avuta la necessità di ritirare gli argini verso la campagna, o siasi veduto maggiormente dilatarsi l' alveo.

Appartengono a questo capo gli effetti che procedono dall' unione di due fiumi insieme, e dagli sbocchi nel mare; ma perchè abbiamo determinato trattare tutto ciò più particolarmente, richiedendo la materia speziale considerazione; pertanto passeremo a discorrerne ne' due seguenti capitoli.

CAPITOLO OTTAVO.

Dello sbocco d' un fiume in un altro, o nel mare.

Non si trova alcuna particolarità nella materia che abbiamo fra le mani, la quale sia per se medesima quanto più evidente, tanto più controversa, e meno intesa dello sbocco de' fiumi; io ho sentito in diverse congiunture pronunziare sopra di questo fatto asserzioni così strane, che prima avrei credute impossibili da cadere nella mente degli uomini; e quello ch' è più, ho osservato, che hanno maggiore facilità a prendere sbagli in questo particolare, le persone mediocremente versate, che le affatto idiote; poichè le prime sul fondamento di alcune regole, o ignote, o non avvertite dal volgo, e credute universali, quando in realtà patiscono molte eccezioni, ne deducono in varj

cavarsi conseguenze falsissime. Una di queste è, che l'acqua non possa correre se non ha caduta al suo termine, ed è assioma così universale appresso di quelli, i quali si chiamano periti, che non dubitano punto di dedurne, che un fiume non possa sboccare, o nel mare, se questo si trovi gonfio, o in altro fiume durante la di lui piena; e che i fiumi influenti debbano scaricare l'acqua propria, tutta sopra il pelo del recipiente, con altre simili asserzioni erronee, e perniciose, le quali conducono a spese inutili, a proposizioni dannose; e molte volte divertiscono l'animo di chi le promove, da quelle che riuscirebbero più salutari.

Entrano i fiumi influenti, non v'ha dubbio nel mare, nè qualunque forza di esso è bastante a rispingere un fiumicello, quantunque piccolo, purchè egli sia provveduto di sponde sufficienti, come più abbasso si dirà; posciachè, come può mai immaginarsi, che un fiume perenne, se fosse impedito del tutto il di lui corso, non si elevasse quasi instantaneamente ad altezze enormi per l'abbondanza dell'acqua sopravvegnente, uscendo con ciò dal proprio letto, ed inondando le campagne? il che se bene qualche volta succede, ciò però non nasce, perchè il fiume non sia valevole col tempo ad acquistar forza da superare il contrasto, che fa il mare al suo ingresso, ma perchè, e non ha, e non si mantiene le sponde all'altezza necessaria; e perciò de' fiumi stabiliti di alveo, non si può con verità asserire, che il mare impedisca loro affatto lo scarico. Similmente, s'egli è vero che i fiumi s'ingrossino per l'unione d'altri fiumi, chi potrà sanamente sostenere, che un fiume reale nella sua piena, proibisca l'ingresso ad un influente, e che questo sia perciò obbligato a ritenere le sue acque nel proprio alveo, sino allo sgonfiamento dell'altro? Procureremo noi dunque di spiegare il modo, col quale ciò succeda, il che faremo nella seguente proposizione.

PROPOSIZIONE I.

Spiegare il modo col quale i fiumi entrano in altre acque, o correnti, o stagnanti.

Per ben intendere ciò, è necessario ridursi alla memoria due proposizioni di eterna verità; la prima delle quali è, che *quando un fiume corre, e la di lui superficie non si alza, nè si abbassa di livello; allora per tutte le di lui sezioni passa delle quantità d'acqua precisamente eguali*: ciò è vero in astratto, in concreto, ed in tutte le circostanze, e condizioni possibili; dal che ne nasce, che *ogni volta che la superficie dell'acqua d'un fiume perenne, ed influente, è resa stabile, allora esce dal di lui sbocco, ed entra nel recipiente quella copia d'acqua, nè più, nè meno, ch'è somministrata*

dalle parti superiori del fiume. Ma *se la superficie predetta si anderà abbassando, sarà scaricata dallo sbocco acqua in copia maggiore, che non è quella che viene di sopra;* e finalmente, *se la predetta superficie si eleva, più acqua viene dal fiume di quella sia vomitata dallo sbocco*. Questi sono tre segni infallibili della qualità degl' impedimenti apportati dall' acqua del recipiente al corso dell' influente; perchè se in un fiume che porti sempre eguale quantità di acqua, si vedrà la superficie di esso allo sbocco elevarsi, segno sarà che il recipiente impedisce lo scarico al fiume; mentre l'acqua trattenuta è quella che aumenta l'altezza; ed al contrario, abbassandosi la superficie del fiume allo sbocco, sarà indizio dello sminuirsi che faranno gl' impedimenti opposti dal recipiente allo scarico, portandosi ad uscire dalla foce del fiume, non solo la quantità dell' acqua corrente, somministrata dalle parti superiori; ma in oltre tutta quella che prima era stata trattenuta dal ristagno.

Quando l'acqua cresce per gli ostacoli trovati alla foce, non seguita però ella ad elevarsi all' infinito; ma arrivata ad un certo termine stabilisce la propria superficie: segno che allora è eguale lo scarico all' influsso; quindi è, che se le ripe del fiume non saranno tant' alte, quanto si richiede per sostenere la superficie dell' acqua a quell' altezza, che è determinata dalla natura per lo scarico di tutto il fiume influente; sarà necessario, che l'acqua di esso sormontandole, si sparga lateralmente a cercare altra strada, o accesso più facile al suo termine; o pure alcun seno dove contenersi, ed equilibrarsi.

Da qual principio sia desunta dalla natura la determinazione dell' altezza necessaria all' interno scarico del fiume, si raccoglie dall' altra proposizione che dee rammemorarsi: cioè, che *ne' fiumi de' quali le sezioni tutte scaricano egual copia d' acqua in un dato tempo, le velocità medie devono sempre essere reciproche all' aree delle sezioni;* perciò passando, come si è detto di sopra, per la foce altrettant' acqua, quanta si trasfonde da una delle sezioni superiori, forza è, che la velocità media dello sbocco stia alla velocità media della sezione superiore, come l'area di questa, all' area dello sbocco; e perchè l'area delle sezioni, e dello sbocco è composta d'altezza, e di larghezza; se la larghezza sarà inalterabile, sarà altresì necessario che l'altezza dello sbocco si accresca di tanto, quanto importa la diminuzione della velocità media di esso, considerando l'alterazione che si fa nella velocità all' alzarsi della sezione.

Per più chiara intelligenza di ciò, si dee avvertire, che *un fiume il quale entri in un altro, può entrarvi in tre maniere* 1.° o *cadendo dall' alto*, come nelle cateratte: e ciò succede quando il fondo del fiume influente è più alto del pelo del recipiente; o pure 2.° *spianando*

la sua superficie su quella dell' altro, in maniera che la larghezza superiore dello sbocco, che sta distesa trasversalmente sulla superficie dell'acqua, sia come la comune sezione di due piani, l'uno de' quali sia la superficie dell'influente, l'altro quella del recipiente: e ciò accade, quando il fondo dell'influente è basso sotto il pelo del recipiente, almeno quanto basta a formare la predetta proporzione reciproca; o finalmente 3.° *quando la superficie dell' acqua dell'influente fa qualche notabile discesa, per introdursi nel recipiente, senza però che tutta l' acqua vi cada:* e questo effetto nasce dal fondo dell'influente, più basso del pelo del recipiente; ma non quanto basta per dare lo scarico a tutta l'acqua propria, per la sezione compresa tra la linea trasversale della larghezza del fondo dello sbocco, ed il pelo dell'acqua del recipiente.

Nel primo caso, quando cioè il fondo dell'influente è più alto del pelo del recipiente, non v'è chi possa dubitare, farsi uno scarico libero, ed in niuna maniera impedito dall'acqua del recipiente; anzi piuttosto cessando nella caduta gl' impedimenti del fondo, e delle sponde, nel principio di essa l'acqua scorre più veloce, e si assottiglia; e conseguentemente resistendo meno all'acqua, che immediatamente la seguita, questa anch'essa si rende più veloce, e così gradatamente per qualche spazio all'insù, sinchè non risentendosi più la felicità dello sbocco, l'acqua corre con quella velocità, che le attribuiscono le cause di essa, e che le viene permessa dalla qualità degl'impedimenti; quindi è, che *i fiumi vicino a' loro sbocchi di tal natura, si diminuiscono di corpo, e formano la loro superficie sempre più inclinata all' orizzonte, disponendola nelle cadute libere, secondo il tipo d' una linea curva:* e quì si dee applicare tutto ciò che abbiamo detto *nel capitolo antecedente*, parlando delle cateratte.

Ma perchè *i fiumi, che hanno il fondo capace di corrosione, non sopportano simili cadute* mantenute ne' luoghi dove si trovano, o dall'arte, o dalla resistenza insuperabile del fondo, perchè a causa della gran violenza, escavandosi il fondo, viene finalmente a profondarsi; perciò (1) si fa luogo al secondo caso, che in fatti è il più

(1) Quello che comunemente si osserva negli sbocchi de' fiumi capaci di corrosione, e già stabiliti è che il pelo dell'influente non fa una cascata sensibile per andarsi ad unire con quello del recipiente, eccettuandone al più il caso, che il primo fosse un torrente, al cui sbocco si fosse formato qualche ridosso assai alto, per accidentali deposizioni, ma ne pure un tale stato è durevole, mentre quando nell'influente sopravvenga qualche considerabil corpo d'acqua, si rode ogni posatura, e si toglie la cascata.

Che poi il pelo dell' influente si spiani sulla superficie del recipiente nel senso

frequente, osservandosi che *i fiumi influenti si spianano sulla superficie de' recipienti*; *s' elevano, e s' abbassano di pelo con essi*, e si mantengono il fondo tanto basso, che possa dar esito alle loro massime piene, sotto la superficie più bassa del recipiente; e perciò *i fiumi temporanei, non solo s' uniscono colle superficie dell' acqua, ma ancora co' fondi de' proprj letti*; come pure fanno, per la ragione medesima, i fiumi confluenti perenni, se portano eguali quantità di acqua.

---

che l' autore intende, cioè che le due superficie vadano a far angolo per l' appunto nella sezione dello sbocco è difficilissimo accertarlo colle osservazioni, richiedendosi livellazioni troppo dilicate per determinare il punto del concorso di due piani, che comprendono ordinariamente fra loro un angolo quasi insensibile. E quando di ciò si potesse essere ben sicuro in qualche stato dell' uno, e dell' altro fiume, non sarebbe certo, che lo stesso seguisse cangiandosi lo stato o dell' uno, o dell' altro, o per avventura d' amendue. In fatti dipendendo una tale costituzione delle due superficie da un equilibrio, che segue nella sezione dello sbocco CB (*fig.* 70.) tra la forza dell' influente RC, e la resistenza del recipiente CD, non è necessario, o forse non è possibile, che lo stesso equilibrio succeda nella stessa sezione, quando si cangiasse o l' altezza del recipiente CD, o il grado di piena dell' influente. Come se a cagion d' esempio crescesse in questo la quantità assoluta dell' acqua, potrebbe darsi che il suo pelo rialzato da tal escrescenza non si disponesse come in OC, ma come in OT, andando a concorrere col recipiente entro l' alveo di questo in T; e all' incontro se l' influente scemasse d' acqua potrebbe forse succedere, che il suo pelo abbassato non prendesse già la positura KC, ma un' altra come KF insinuandosi, e spandendosi il recipiente entro l' alveo dell' altro orizzontalmente sino ad incontrarlo in F; come vedremo nella annotazione 6.

Egli è ben vero, che quando l' influente trovandosi una volta in istato di massima escrescenza (in cui supporremo era essere il suo pelo OT) abbia talmente allargato, e profondato il suo sbocco da dar esito per la sezione di esso a tutta la quantità d' acqua, che porta sotto il pelo del recipiente costituito nella sua maggior bassezza, la quale figuriamo essere all' orizzonte CD, allora sebbene riducendosi l' influente allo stato di sua magrezza potrebbe il recipiente DC insinuarsi entro di esso, e incontrarne la superficie abbassata in un punto superiore allo sbocco come in F, nulladimeno restando il tratto del fiume nelle parti soggette al rigurgito come morto, e con poca velocità, rimarrebbe facilmente interrito dalle torbide, che il recipiente vi deponesse in qualche sua escrescenza, anzi da quelle che vi lascierebbe l' influente nello stesso calare delle sue piene, onde purchè passasse assai di tempo fra una, e un' altra di queste, e il recipiente si mantenesse nel medesimo orizzonte, ristringendosi, o alzandosi il detto tratto del fondo come in PI, si alzerebbe ancora il pelo basso dell' influente KF, e si potrebbe ridurre in KC a convergere col pelo DC a un dipresso nella sezione dello sbocco. E sebbene sopraggiugnendo poi una piena massima dello stesso influente, non potrebbe aver passaggio per la sezione diminuita CI, onde dovrebbe allo sbocco restar più alta del punto C, nulladimeno nè pure tale stato sarebbe durevole, attesochè quella forza d' una massima piena, che una volta ha potuto talmente allargare, e abbassare lo sbocco da cacciarsi tutta sotto la superficie CD, non mancherebbe di far di nuovo lo stesso effetto, che con poco sforzo potrebbe

Ne' fiumi adunque *temporanei* che s'uniscono insieme, *se uno verrà colla sua piena, trovando l'altro in istato di siccità*, non succederà altro effetto, che quello che farebbe un fiume, quale da un alveo più angusto passasse ad uno più dilatato; solamente *rigurgiterà l'acqua dell'influente all'insù per l'alveo dell'altro*, sino a quel segno che sta a livello coll'altezza della piena, nell'alveo comune; ma *se il fiume recipiente sarà perenne, non si dee dubitare che l'altezza dell'acqua di esso non faccia qualche impedimento*, e contrasto a quella

---

ottenere, non potendo l'interrimento PI (come quello che sempre sarebbe stato sott'acqua) trovarsi assai saldo da resistere alla forza della fiumana corrente nello sbocco in maggior altezza dell'orizzonte DC.

Da ciò si deduce non potersi errare di molto, supponendo che quando il recipiente è nella sua maggior bassezza DC la positura ordinaria del pelo dell'influente, o alto come RC, o basso come KC nelle parti vicine allo sbocco sia quella d'andare a concorrere col pelo del primo nel punto dello sbocco in C, potendosi ogni altra costituzione riguardare come accidentale, e non durevole. Ma non potrebbe già tal discorso applicarsi agli altri stati del recipiente, e prender per supposto, che in ogni altezza possibile del pelo di questo, l'influente andasse sempre ad unirsi con esso nella sezione dello sbocco. Imperocchè gli stati d'altezza del recipiente non essendo così durevoli, come quelli della sua bassezza (che può dirsi lo stato ordinario) non potrebbero che per mero accidente combinarsi per tal modo gl'interrimenti, e le escavazioni da mantenere sempre la capacità dello sbocco proporzionata a quelle quantità d'acqua, che di mano in mano portasse l'influente; il che non ho voluto tacere, avvegnachè non sia del tutto conforme a ciò che l'autore ha supposto in questo capo, prendendo per regola quasi universale, che i peli di due fiumi concorrano l'uno coll'altro nello sbocco.

Il discorso sinora fatto non si può totalmente applicare quando il recipiente fosse il mare, non solo perchè in esso niuno stato d'acqua è durevole a cagione del perpetuo movimento di flusso, o riflusso, a cui egli è soggetto, ma eziandio perchè ne' supposti ne' quali si è parlato, non si è considerata nel recipiente altra resistenza, che quella che nasce dall'equilibrio delle sue acque, le quali perciò si vogliono supporre come stagnanti, e senza alcun moto, o almeno senza alcuna direzione, per cui siano spinte contro lo sbocco; laddove il mare nel flusso ha un principio di movimento, che lo porta verso la spiaggia. Quindi è, che il pelo degl'influenti ancorchè inclinati nelle parti vicine a' loro sbocchi in mare, si trova spesse volte affatto orizzontale, o specialmente ove siano in magrezza rispetto alle loro proprie acque, insinuandosi entro di essi il mare nel flusso, e andando ad incontrarne la superficie dentro il loro alveo come in F. Ove poi il recipiente, di cui si tratta, sia un altro fiume, conviene avvertire che lo stato di sua maggior bassezza non è il medesimo, quando l'influente che dee sboccarvi sia magro, e quando si trovi in escrescenza, dovendosi in questo secondo caso l'orizzonte della maggior bassezza del primo rialzar di tanto, quanto una piena dell'influente può rialzarlo. Tal diversità facilita sempre il concorso de' peli nella sezione dello sbocco, mentre diminuisce la sezione dello sbocco all'influente povero d'acqua, o l'aumenta a lui medesimo se ne è abbondante.

Dalle cose finora dette si raccoglie (ciò che l'autore ha avvertito nel §. seguente) che ne' fiumi capaci di corrosione, e già stabiliti, cioè in quelli che hanno potuto una volta allargare, ed abbassare il loro sbocco, sino a segno da

che influisce; ciò rendesi manifesto dal considerare, che cessando l'acqua influente, quella del recipiente rigurgiterebbe; come in tal caso di fatto rigurgita per l'alveo dell' influente; e perciò quella forza medesima che può spingere l'acqua del recipiente all' insù, s'oppone all'ingresso dell'influente. Può questa considerarsi in due maniere; cioè 1.° *o come* (1) *il solo momento della pressione dell' acqua;* e questa siccome non può spingere il rigurgito, che sin dove

dar passaggio a tutta l'acqua d'una loro massima piena sotto il pelo infimo del recipiente nella sezione del detto sbocco, la velocità che hanno in questa sezione, ancorchè il recipiente sia nella sua maggiore bassezza sempre è impedita, e minore di quella, che produrrebbe la discesa del fiume dalla sua origine o reale, o equivalente, e di quella eziandio che produrrebbe l'altezza corrente dell'istessa sezione se fosse libera; e perciò è indispensabile, che essa sezione sia più capace delle altre, per le quali passa la stessa quantità d'acqua, e che sono esenti da tale impedimento, o sia poi che tale capacità maggiore si sia acquistata in profondità, o in larghezza, o nell'una, o nell'altra dimensione. E lo stesso proporzionalmente si dee applicare alle altre sezioni superiori a quella dello sbocco, fino a quel segno ove risentono del detto impedimento (che è ciò che si chiama rigurgito) e a misura che ne risentono. Maggiore si fa poi l'impedimento predetto, ove il recipiente si alzi di superficie, e a maggior distanza se ne può estender l'effetto.

Si raccoglie in oltre, che quantunque l'alveo d'un fiume si supponga stabilito in ogni altra sua parte tanto in declività, che in larghezza, tuttavia il suo sbocco, e il fondo vicino allo sbocco fino ad una certa distanza sempre mai è soggetto a qualche vicenda d'interrimento, e di escavazione, ma dentro certi limiti, nè può mai dirsi stabilito, se non quanto si va librando fra' predetti limiti, secondo gli accidenti considerati nella presente annotazione.

(1) Questa asserzione pare così evidente, che non abbia bisogno di prova. Nè si dica che quella sezione AB (*fig.* 71.) al cui fondo B arriva precisamente il livello della superficie del recipiente, essendo appoggiata alla sezione inferiore a lei contigua, e questa di mano in mano all'altra CD ec. più vicine allo sbocco EF, le quali tutte si alterano, e si rialzano per le resistenze che incontrano, debba restare anch'essa sostenuta, e risentirsi di tal resistenza; imperocchè quando è fatto l'equilibrio delle forze dell'influente, e del recipiente, e il pelo del primo si è renduto permanente in AE, certo è che per tutte le sezioni DC, EF ec. si scarica la medesima quantità d'acqua, che si affaccia ad AB; dunque non ha questa alcuna cagione che l'obblighi ad arrestarsi, e ad alzarsi. Nè fa caso che la velocità delle dette sezioni, come DC, essendo minore di quella di AB possa farle contrasto, e trattenerla in collo, perchè in ricompensa della minor velocità succede la maggior ampiezza delle medesime, o sia per la loro maggiore profondità (come nella figura si è espresso) o per la maggior larghezza, che necessariamente debbono avere, se essendo meno veloci non sono più alte, e perciò l'acqua, che si presenta ad AB, resta nella sua libertà di scorrere spandendosi nella maggior capacità delle dette sezioni, comecchè entrata poscia in esse debba anch'ella rallentarsi di moto. Anzi l'esperienza dimostra, che ne pure l'effetto del rigurgito non si rende sensibile in tanta distanza, come si scorge nel Pò, il cui fondo non lungi dalla stellata essendo a un dipresso a livello del pelo basso del mare, ciò non ostante non soffre il pelo di quel fiume alcun minimo cangiamento non solo nelle cotidiane vicende del flusso ordinario, ma ne pure nelle

arriva l'orizzontale della superficie dello sbocco, così non può estendere maggiormente gli effetti dell'impedimento, che apporta all'influente; (1) *o pure 2.° vi si aggiunge l'impeto acquistato per la caduta, o per qualche altra forza esterna;* e questo se non si rifrange dagl'impedimenti dell'alveo influente, come per lo più succede, è potente a fare avanzare il rigurgito ec. qualche cosa di più, di quello che porta la forza del solo equilibrio.

Co' mezzi medesimi può operare l'acqua del fiume influente, affine di superare il contrasto del recipiente; poichè ella può fare lo sforzo alla foce, o per solo momento di pressione, o per quello dell'impeto preconceputo; per lo solo momento di pressione, trovandosi l'acqua tanto dell'uno, quanto dell'altro all'altezza medesima, tanto contrasta l'acqua che impedisce lo sbocco, quanto fa forza quella, che tenta di acquistare lo scarico; e perciò essendo equilibrate le forze per questo capo, resta che la prevalenza del fiume ch'esce dallo sbocco, si desuma dall'impeto. Può questo nascere, o in tutto, o in parte. 1.° Dalla discesa, la quale avendo cominciato a rendere veloce l'acqua, assai più sopra allo sbocco, non può di meno di non essere maggiore, e di non superare il momento della sola pressione dell'acqua recipiente. 2.° (2) Può nascere il medesimo impeto dalla sola pressione; ma perchè l'impeto è accompagnato da una velocità

---

maree, che talvolta si alzano allo sbocco da cinque piedi; e appena tali mutazioni si manifestano al Ponte di Lagoscuro situato da 10, o 11 miglia più verso gli sbocchi, come si rileva dalle osservazioni de' segni stabili fatte nella visita del 1721, il che mostra, che in pratica non solo nel punto B, ma ne pure per buon pezzo al disotto la resistenza del recipiente (almeno in un fiume di sì poca inclinazione, come è il Pò) non fa alcun notabile effetto.

(1) Un tal caso può succeder nel mare, quando spinge con violenza le sue onde entro lo sbocco d'un fiume, o pure in un fiume recipiente, che incontri l'influente con direzione opposta al corso di questo, o almeno inclinata ad angolo ottuso dalla parte superiore.

(2) Non saprei figurarmi il caso, che l'impeto dell'acqua dell'influente nascesse dalla sola pressione, e ciò non ostante potesse prevalere alla resistenza del recipiente, se non quando il primo fosse orizzontale anco in superficie, e allo sbocco di esso si affacciasse ad un tratto l'acqua del recipiente, purchè con superficie alquanto più bassa di quella del detto fiume (o almeno più bassa di quella, la cui pressione spinge quella del fiume) perocchè in tal caso seguiterebbe tuttavia ad uscire dallo sbocco, se non tutta l'acqua, che prima per esso correva, almeno tutta quella quantità, che in tale stato vi potrebbe correre. Ma in tal caso parmi, che propriamente parlando la pressione del fiume influente prevaglia a quella del recipiente, non tanto per esser la prima congiunta con velocità attuale, laddove in questa è solamente potenziale (come l'autore si esprime) quanto perchè la detta velocità attuale è maggiore di quella, che potrebbe produrre la pressione dell'acqua del recipiente; e in fatti se l'influente nel presentarsi al recipiente ne trovasse la superficie per l'appunto allo stesso livello si estinguerebbe

attuale, con una determinata direzione, ed il conato della pressione non è che una velocità potenziale, senza alcuna vera determinazione, ma bensì indifferente a riceverle tutte; ne segue che l'impeto dell'acqua dell'influente prevalerà alla sola pressione, e perciò scacciando dallo sbocco l'acqua del recipiente, entrerà nell'alveo di questo, e prenderà i di lui moti e direzioni.

(1) Sia per maggiore chiarezza AC (*fig.* 47.) l'altezza dell'acqua del fiume influente, e sia il punto A la superficie dell'acqua nello

---

ogni impeto, ed ogni velocità, rimanendo la direzione del moto indeterminata fra due forze eguali, ed opposte. Quando poi l'influente è qualche poco inclinato non si può pretendere in rigor matematico, che almeno la superficie di esse non abbia qualche poco d'impeto conceputo per la discesa.

(1) Dopo di avere considerata in generale la resistenza del recipiente all'influente si passa in questo luogo a dir qualche cosa di più particolare intorno alle proporzioni, o alle leggi di tal resistenza, cioè con qual regola si alterino lo velocità de' fiumi per le contrasto, cho ricevono da' loro recipienti: materia certamente oscura, o di cui riconosce l'autore medesimo le difficultà, nè se se queste possano per anco dirsi totalmente appianate da quelli che dopo lui hanno scritto. Stimò egli potersi rappresentare la proporzione delle resistenze nelle diverse profondità delle parti dell'acqua sotto la superficie del recipiente (quando questo sia stagnante, e privo d'ogni moto, o almeno senza alcuna direzione, che contrasti con quella dell'influente) colle applicate d'un triangolo per esser queste proporzionali alle dette profondità in ragione delle quali giudicò, che stassere le resistenze, come vi stanno senza dubbio i pesi, e le pressioni, come egli spiega in questo luogo; ma quando anco sussistesse tal proporzione, che altri non ammettone, non si potrebbe (come egli stesso avverte) rilevare da ciò alcuna misura degli effetti delle resistenze, essendo a tal fine necessario non pure sapere la proporzione di questo fra loro, ma anco colle forze dell'acqua del fiume, il che egli non ha determinato.

Il sig. marchese Poleni nel trattato *de motu aquae mixto* volendo rappresentare con una linea curva le velocità delle diverse parti dell'acqua all'uscire dalla luce AB (*fig.* 72.) d'un vase AD immerso in altr'acqua stagnante fino al livello GCE, considerò, che posta BA l'altezza dell'acqua entro il vaso sopra il suo fondo B le velocità libere, cioè quelle della parte AC della luce doveano terminare ad una parabola ACE descritta coll'asse AC col vertice A, ma le impedite, cioè quelle della parte BC doveano esser tutte eguali a quella del punto C, e però terminare alla retta EF paralella a BC; perciocchè dal punto C in giù equilibrandosi la pressione dell'acqua entro il vase colla resistenza dell'acqua esteriore GCE non rimanova, che l'eccesso AC della pressione di quella del vaso, che potesso imprimere velocità a quella che si affacciava alla parte impedita BC. Quindi il complesso dello velocità di tutta la luce AB veniva rappresentato per lo spazio parte parabolico, parte rettilineo AEFB. Ma perchè le sperienze mostravano, che da tutta la luce predetta AB usciva in un dato tempo alquanto meno d'acqua di quello, cho un tal discorso avrebbe richiesto, (il cho risultava dal confronte d'altre sperienze da lui fatte colla medesima luce, e sotto la medesima altezza AB senza l'impedimento dell'acqua esteriore GCE) prese per ipotesi, che la resistenza dell'acqua GCE facesse alterare eziandio le velocità libere fra A, e C, salva tuttavia la ragione dimezzata delle altezze; e perciò conchiuse doversi bensì

sbocco: certa cosa è, per le cose dette di sopra, che se il fiume correrà per velocità acquistata nella discesa per l' alveo inclinato, le velocità della perpendicolare AC termineranno al segmento parabolico BHD, dimodochè la figura ABDC sarà il complesso o somma delle velocità di detta perpendicolare. In oltre, se ci immagineremo che operino dalla parte opposta i conati soli dalla pressione del fiume recipiente; essendo questi tra loro in proporzione delle altezze, saranno le loro impressioni contenute nel triangolo CAD, il quale detratto

---

esprimere le detto velocità libere per una parabola, ma di minor parametro di quella, cho le esprimerebbe rimosso il detto impedimento, e doversi poscia le impedite rappresentare per un rettangolo fatto sulla medesima ordinata della detta nuova parabola, coll'altezza BC, e diede ancora alcune formole per trovar a un dipresso la proporzione del detto parametro, a quello della parabola ACE, cha si prendesse per esprimer le velocità quando tutta la sezione AB fosse libera.

Ma il padre ab. Grandi nolla proposizione 36 del libro 2 del movimento delle acque stima, che lo resistenze dell'acqua di un recipiento stagnante, o considerata come stagnante, si debbano esprimere per quelle velocità, che essa è atta a produrre, e che in fatti si sforza di produrre nell'affacciarsegli l'acqua dell'influente col tentare d'insinuarsi entro il suo alveo, per modo che il recipiente tanto di velocità distrugga in ciascuna parte dell'acqua, che entra in esso, quanto appunto sarebbe atto ad imprimergliene colla sua pressione; o però essendo le velocità, cho egli potrebbe produrre in ragione dimezzata delle sue altezze, ne segue, che le resistenze si rappresentino anch'esse per una parabola, cho abbia il vertice nella superficie del recipiente, e per asse l'altezza di essa sopra il fondo dello sbocco, la qual parabola dee avere il medesimo lato retto che l'altra rappresentante le velocità (la qualo ha il suo vertice nell'origine reale, o equivalente del fiume) acciocchè quando nell'una la discesa è eguale all'altezza dell'altra, le velocità prodotto siano fra loro eguali.

Finalmente il sig. Pitot trattando di questo argomento nelle memorie dell'accademia reale delle scienze del 1730, benchè non si avanzi a determinare la scala delle resistenze stabilisce tuttavia in generale di quanto la velocità totalo dell'influento debba scemare per lo contrasto del recipiente nella sezione dello sbocco. Egli trova dunque in primo luogo mediante una formola universalo analitica la perdita di velocità, che farebbe un fiume BACD (*fig.* 73.) se nello sbocco AC incontrasse un altro fiume MACP, la cui direzione LE fosse diametralmente opposta alla direzione del primo KE. Quindi riducendo il teorema al caso particolare, che la velocità del fiume MACP fosse nulla, trova cho il fiumo BACD sempre dee perdere la metà di quella volocità, con cui si presentò allo sbocco AC, e con cui sarebbe sboccato se non avesso incontrato l'ostacolo del recipiente. Giova riferir quì la sua dimostraziono ristretta a questo caso particolare, e sviluppata dallo specie analitiche, affinchè s'intendano i fondamenti, sopra quali egli ha avanzata una tal regola. Parmi dunque, che si riduca al seguente discorso.

Intendasi adattato alla sezione dello sbocco un piano materiale AEC (come a dire una sottilissima lastra di vetro, o d'altro, che sia) al quale si affacci ad un tempo stesso da una parte l'acqua dell' influente, con quella velocità con cui essa giugne allo sbocco, o dall'altra si appoggi nella medesima altezza l'acqua del recipiente, priva tuttavia d'ogni moto. Certo è, che il piano AEC non potrà concepire per l'impulso di quella del fiume tutta quella velocità, di cui questo è

dal segmento parabolico, resterà il triangolo misto ABHD, che misurerà l' eccesso delle velocità sopra l' energia de' conati; e perciò essendo questi superati da quelle, potrà il fiume influente entrare nel recipiente. Similmente, posto che il fiume influente corresse colla sola velocità dovuta all' altezza del corpo d' acqua, essendo che tali velocità occupano la figura di una parabola, come CADB (*fig* 48.) e le impressioni del conato quella del triangolo CAB; le velocità dell' influente supereranno, anche in questo caso, le impressioni de' conati che fa l' acqua del recipiente, di quanto importa la figura ABD;

dotato, come farebbe se non trovasse alcun contraste. Per determinar dunque di quanto la velocità, che concepirà il piano, sia per mancare da quella del fiume, si consideri, che essendo il piano spinto da una forza col contrasto della resistenza di quel fluido, che dee traversare, è necessarie che egli venga da queste due cagioni determinato ad un tal grado di velocità, posto il quale l'azione della forza, e la reazione della resistenza fra loro si equilibrino, altrimente prevalende la forza, il piane concepirebbe velocità maggiore, e minore prevalendo la resistenza. La velecità dunque che devrà prendere il piano allo sboccare del fiume dal suo alveo, sarà quella che è necessaria, affinchè la resistenza che gli farà l'acqua del recipiente, la qual resistenza è variabile dipendentemente dalla stessa velocità del piano, uguagli la forza che avrà il fiume a spinger il piano, la qual forza è anch' essa variabile dipendentemente dalla detta velocità, mentre consiste nell'eccesse della velocità del fiume sopra quella del piano, giacchè con questo solo eccesso (che è la velocità rispettiva del fiume) farà forza il fiume contro il piano per moverlo, restando senza alcun effetto in ordine a tal moto quella parte di velocità, che è comune al piano, ed al fiume. Ora la resistenza dell'acqua stagnante, che risponde a qualsivoglia velecità d'un mobile entro di essa, è uguale alla forza, con cui l'acqua spignerebbe le stesso mobile, se stando egli ferme essa si movesse contro di lui colla medesima velocità, e questa forza si esprime per lo quadrato del dette eccesso; dunque il piane dee concepir tal velocità, che il quadrate di essa sia eguale al quadrato dell'eccesso della velocità del fiume sopra lei medesima, e però è necessario che la velocità del piane sia eguale a tal eccesse, e quel che è il medesimo, che la velocità del piano sia la metà di quella del fiume. Dunque finalmente (conchiude il sig. Pitot) o vi sia il piano materiale AEC, o non vi sia, dovrà l'ultima superficie, e falda dell'acqua del fiume in quell'istante che esce dall'alvee, e sbocca nel recipiente, ridursi alla metà di quella velocità, con cui vi sarebbe sboccato, se non avesse incontrate l'ostacelo di esso al suo sbocco.

In questa ingegnosa dimostrazione, pare che l'autore consideri quella sola resisteeza che fa l'acqua del recipiente all'esser divisa, e traversata dal corso del fiume influente per quella forza comune a tutte le parti della materia, e che chiamane d'*inerzia*, la quale resistenza appunto ne' fluidi è proporzionale al quadrato delle velocità del corpo, che entro di essi si dee mevere, ed è la medesima per qualunque direzione, e in qualunque profondità debba seguire il moto, variandosi solo al variarsi delle velocità; laddove nelle altre ipotesi adotte di sopra, pare che sia stata considerata quella sela resistenza, che il recipiente fa col sue peso all' ingresse dell' influente, la quale è varia a diverse profondità, e si esercita contro lo sbocco per direzione orizzontale, senza aver alcuna dipendenza dalla velocità dell' influente. Converrebbe forse aver riguardo all' una, ed all' altra

30

con questa avvertenza però, che dette figure residue non danno alcuna cosa di assoluto, per non potersi determinare la proporzione della forza della velocità massima alla forza del conato massimo, nella medesima maniera che non è paragonabile la forza della percossa, a quella della semplice gravità; essendo però certo nell' uno, e nell' altro caso, che maggiore è la forza di un grave mosso, di quella che avrebbe il medesimo, trovandosi nel semplice conato al moto; il che nel nostro caso vuol dire, che la base della parabola CAB, o del segmento GABD, dovrà sempre essere maggiore della base del triangolo

---

di queste due cagioni di resistenza per dedurne la vera regola, e la scala delle resistenze totali del recipiente, del che qualche cosa diremo nell'annotazione seguente.

Tralascio ancora di ponderare, se nel surrogare che si fà al piano materiale AEG l'ultima superficie dell'acqua, che arriva allo sbocco rimanga alcuno scrupolo. Solamente osservo, che supposta la verità del teorema, e figurando che si tratti d'un fiume PQ (*fig.* 74.) il quale liberamente scorra senza alcuno impedimento dalla sua origine P, allo sbocco Q, resta dimostrato che quella velocità, a cui egli si ridurrà allo sbocco, sarà eguale a quella che ebbe in R a un quarto della sua discesa dopo l'origine (per esser le velocità in tal supposto, come le radici quadrate delle discese) ma non è già dimostrato, che tutte le sezioni da un quarto della discesa in giù si debbano ritardare, e ridurre alla stessa velocità, a cui si riduce la sezione dello sbocco, potendo darsi che le più lontane seguitino tuttavia ad accelerarsi almeno fino a quella sezione GF, al cui fondo G arriva l'orrizzonte del recipiente HX, come si è detto nell'annotazione a. E però supposte le sezioni di figura rettangola, e di larghezza uniforme, e supposto che per l'alzamento che dee seguir allo sbocco, non si aumentasse la velocità, dovrebbe bensì la sezione QX alzarsi fino in QZ, doppia della stessa QX, ed eguale ad RY, che è situata a un quarto della discesa, ma le sezioni di mezzo VT, FG potrebbero ciò non ostante rimaner tutte meno alte delle estreme RY, QZ, senza che però alcuna fosse la metà meno. Quindi è forse, che il sig. Fontanelle riferendo questo passo del sig. Pitot nell'istoria dell'accademia del detto anno 1730 si è contentato di dire, che da RY in giù non dovrebbe correre fra le sezioni del fiume, che poca differenza di velocità, nè di altezza.

Per altro ne' fiumi naturali capaci di corrosione, secondo le cose dette, non si potrebbe mantenere l'eccesso d'altezza XZ sopra il pelo del recipiente (almeno ove questo durasse lungo tempo nella positura HX, come succede nelle sue maggiori bassezze) ma rendendosi lo sbocco o più largo, o più cupo, si torrebbe la cascata XZ, e tutto il fiume anco nelle sue piene si farebbe passaggio sotto il pelo XH in quella profondità XS, che a ciò fosse necessario.

Da ciò parrebbe che si potesse inferire, che quando un fiume porta il suo pelo permanente XY ad unirsi nello sbocco, col pelo del recipiente HX in X, la metà dell'altezza SX (la quale si supponga essere MS) fosse quell'altezza, con cui il fiume in quella tal portata d'acqua sarebbe arrivato allo sbocco, se non avesse avuto il contrasto del recipiente; poichè dovendo secondo il teorema, la velocità dello sbocco impedito essere la metà di quella dello sbocco libero, dovrà all'incontro l'altezza nello sbocco libero SM essere la metà della SX, che è quella dello sbocco impedito, purchè la sezione dello sbocco sia un rettangolo. Ma un tal discorso non reggerebbe, Imperocchè il fiume non si sostiene all'altezza

CAD, o CAB, dal che ne nasce la prevalenza delle velocità sopra de' semplici conati.

Non è dunque *possibile che un fiume influente, il quale abbia lo sbocco a seconda del corso del recipiente, o che entri in un' acqua stagnante sia rigettato da essa;* anzi piuttosto a misura dell' impeto che avrà nell' ingresso, farà mutare, o prendere qualche direzione all' acqua, dentro della quale esso si scarica, come abbiamo detto dovere succedere a' laghi ec. *nel capitolo antecedente.* (1) Non v' ha

---

SX, per quel solo impedimento che avrebbe potuto fargli il recipiente, se si fosse presentato ad esso in quell' altezza che richiedeva la sua velocità libera, ma per tutto quel contrasto di più, che il recipiente gli ha fatto, fino a che l' influente si sia stabilito, ed equilibrato con esso, il che si suppone esser seguito nella detta altezza SX, appunto come se l' influente correndo libero, avesse trovato il recipiente all' orizzonte della sua altezza nello sbocco, e poi nell' alzarsi che ha dovuto fare per la velocità scemata, si fosse ad un tempo stesso andato alzando anco il recipiente, fino a che si fossero equilibrati.

Si sono dovute riferire queste varie ipotesi intorno alle resistenze che soffrono i fiumi da' recipienti nel loro sbocco, affinchè ciascuno possa scegliere quella che stima più regionevole, o forse surrogarne ad esse alcun' altra, quando in niuna di esse restasse interamente soddisfatto, dovendo tale scelta a mio credere dipendere più, che da altro dall' esperienze.

(1) La diversità delle ipotesi tanto delle velocità de' fiumi, quanto delle resistenze che soffrono da' recipienti negli sbocchi, e il non aversi positiva certezza, che alcuna di esse sia veramente conforme alla natura, rende estremamente difficile, e talvolta impossibile il ridurre a regola, e a misura gli effetti de' quali qui si tratta in qualsivoglia stato, o sia dell' influente, o del recipiente.

Il metodo con cui si dovrebbe procedere in tal ricerca parmi, che sia quello che ci ha indicato il p. ab. Grandi nella proposizione 36 del libro 2 avendo adattato a quelle ipotesi delle velocità, e delle resistenze che egli seguita. Suppone egli che il fiume si vada tuttavia accelerando nella sua discesa, onde le sue velocità libere nella sezione dello sbocco si rappresentino (*fig.* 75.) per un segmento della parabola OH, il cui vertice O sia nell' orizzonte dato OL dell' origine reale, o equivalente del fiume. Data dunque (o calcolata per mezzo di altri dati) l' altezza MR, sotto cui egli giugnerebbe allo sbocco in quella portata d' acqua, in cui si ritrova senza l' impedimento del rigurgito, e dato l' orizzonte del recipiente AT (il quale quando il recipiente sia un altro fiume, si dee intendere alzato di tanto, quanto l' influente può farlo alzare in tale stato) vuole che si descriva la curva delle resistenze, che egli suppone essere un' altra parabola AS del medesimo parametro della prima, e col vertice nella superficie del recipiente allo sbocco A. Indi condotte le ordinate MR, AF alla parabola OH, lo spazio MRHB rappresenterà il complesso delle velocità libere dell' influente nello sbocco, e per conseguenza esprimerà la quantità dell' acqua che si dee scaricare per lo sbocco, e per qualsivoglia altra sezione del fiume; e parimente lo spazio AFHB rappresenterà la quantità dell' acqua, che colla medesima scala delle velocità libere passerebbe per lo sbocco sotto tutta l' altezza AB; ma detrattene le resistenze espresse per la parabola ASB, rimarrà lo spazio AFHS, che esprimerà ciò che resterebbe di vivo alle velocità della scala AFHB, e per conseguenza mostrerà la quantità d' acqua che si scaricherebbe sotto l' altezza AB, colle velocità impedite

dubbio però, che *se l'acqua del fiume recipiente crescerà, restando invariata quella dell'influente, non possano crescere i conati della prima tanto, da pareggiare, o superare le velocità della seconda;* ma in tal caso, ritenuta l'acqua nell'alveo dell'influente, s'alzerà ben presto di corpo, in soccorso delle velocità ritardate, che però mai potrà rimettere allo stato di prima; perchè accresciuta la sezione per l'alzamento dell'acqua allo sbocco, l'impeto preconceputo si spargerà per essa; e perciò resterà in ogni parte minore. Che se l'acqua del

---

dal rigurgito. Se dunque lo spazio AFHS sarà eguale allo spazio MRHB, passerà sotto l'altezza AB, non ostante l'impedimento del rigurgito, tutta per l'appunto l'acqua che porta il fiume, e però il pelo di esso si alzerà fino in A, come in PA, e concorrerà nello sbocco coll'orizzonte del recipiente TA. Ma se AFHS fosse minore di MRBH, sarebbe d'uopo che l'influente si alzasse nello sbocco sopra di A, come in Y, talmente che ordinando YI lo spazio AYIHS uguagliasse il dato MRHB, andando poscia il suo pelo ad incontrar quello del recipiente dentro l'alveo di questo; o al contrario ove AFHS fosse maggiore del predetto spazio dato, l'influente prima di giugnere allo sbocco, si seppellirebbe sotto l'orizzonte del recipiente prodotto entro l'alveo del primo, e andrebbe poi a passare per la sezione dello sbocco di sotto da A, come in X, cosicchè ordinando XGC lo spazio GCHS fosse eguale al dato, onde nell'uno, e nell'altro caso sarebbero determinabili i punti Y, X. Anzi applicando la medesima costruzione alle altre sezioni superiori a quella dello sbocco, e che risentono qualche effetto di rigurgito (le quali avranno i vertici delle parabole esprimenti in esse le velocità libere nel medesimo orizzonte OL) si ponno trovare quanti altri punti si vogliono del pelo dell'influente sostenuto dal rigurgito, e determinarne la positura PA, ovvero VY, o pure DX secondo i tre casi predetti, o rettilinea, o curvilinea che ella sia, o con ciò avere ancora, almeno per approssimazione nel secondo, e nel terzo caso il punto del concorso delle superficie de' due fiumi coll'orizzonte TA. Conviene però avvertire, che se questo orizzonte AT fosse più alto del punto O, il recipiente dovrebbe correre all'insù per l'alveo dell'influente, caso che può succedere facilmente in queste ipotesi, ove l'origine equivalente L non sia molto alta.

Ritenendo l'istessa supposizione intorno alle velocità libere dell'influente, cioè supponendole di nuovo terminate (*fig.* 76.) alla parabola OH col vertice O nell'orizzonte OL dell'origine del fiume o reale, o equivalente, e la quantità d'acqua, che per esso scorre espressa dallo spazio MRHB della detta parabola, se si supponesse secondo l'ipotesi del sig. Pitot doversi dal contrasto del recipiente non solo diminuire per metà la velocità totale dell'influente, come egli vuole, ma scemare parimente (come è verisimile in tal supposto) della metà ciascuna delle velocità parziali delle diverse parti dell'acqua nelle sue diverse profondità; la scala delle resistenze sarebbe di nuovo un arco di parabola GQ compreso fra le ordinate AF, BH, il cui vertice O sarebbe il medesimo, che quello della parabola OH, ma il parametro suqquadruplo di questa, che così le velocità AF, BH ec. rimarrebbero per l'appunto ridotte dalla resistenza del recipiente alla loro metà AG, BQ ec. In tal supposizione dunque se lo spazio GFHQ, il quale esprimerebbe la quantità d'acqua, che non ostante l'impedimento del rigurgito potrebbe passare per la sezione AB, si trovasse eguale allo spazio MRHB esprimente la quantità d'acqua dell'influente, si alzerebbe questo fino in A, come nel primo dei tre casi poc'anzi distinti, ma se GFHQ fosse minore di MRHB, si farebbe luogo

recipiente crescerà con più celerità di quello, possa elevarsi l'acqua dell' influente, come succede quando questo è assai magro, allora l' acqua dell' altro, non solo sul principio le impedirà l' ingresso, ma ancora entrerà nel di lui alveo, e concorreranno a farlo elevare di pelo, non solo l'acqua trattenuta, ma la rigurgitata; e fatto che sia l'alzamento a un dipresso, sino al livello della piena del recipiente, resterà l' acqua quasi senza moto apparente, e farà l' effetto di un lago che riceva dalla parte superiore, l' afflusso continuo di poca acqua; onde

---

a ciò che si è detto nel secondo caso, e se maggiore nel terzo; e l'istesso discorso avrebbe luogo se la scala delle resistenze GQ fosse qualsivoglia altra curva, ritenuta sempre per la scala delle velocità la parabola OH.

Si supponga ora, che le velocità libere dell'influente in vece di terminare alla parabola OH, che ha il vertice in un punto fisso O, terminino ad un'altra parabola, il cui vertice si debba trovar sempre nella superficie dell'acqua dell'influente, o almeno a pochissima altezza sopra di essa, e per conseguente vada alzandosi, o abbassandosi a misura che essa si alza, o si abbassa, come richiedono le ipotesi del nostro autore, volendo egli che ne' fiumi dopo scorso qualche tratto dalla loro origine si spenga affatto la velocità della discesa (fuorchè nella superficie, o vicino ad essa, dove qualche poco ne rimanga, senza aumentarsi però di vantaggio nel proseguimento della discesa per lo meno, finchè dura l'istessa pendenza) onde la loro velocità libera dipende quasi del tutto dall'altezza viva, sotto cui corrono nelle loro sezioni. In tali supposti sia (*fig.* 77.) BM l'altezza con cui passerebbe l'acqua del fiume per la sezione dello sbocco senza il rigurgito (la quale altezza si può prendere in queste ipotesi, come eguale a quella delle sezioni superiori egualmente larghe, e non soggette a rigurgito) e la quantità dell'acqua sia rappresentata dalla parabola MBH, che abbia il vertice M nella superficie M, o in qualche piccola altezza sopra di essa. Sia l'orizzonte del recipiente AT, e ritenendo l'ipotesi delle resistenze del padre ab. Grandi descrivasi col vertice A la parabola AS, il cui lato retto sia il medesimo, che quello della parabola MH. È manifesto, che volendosi considerare come affatto nulla la velocità della superficie, che avrà l'influente rialzato dal rigurgito, onde la parabola delle velocità libere (la quale dee avere lo stesso parametro colle due MH, AS) abbia il vertice nella stessa superficie dell'influente, non potrà tal superficie stabilirsi nel punto A, nè di sotto al punto A, perciocchè passando per A coinciderebbe colla parabola delle resistenze AS, onde per la sezione AB niente affatto di acqua potrebbe aver esito, e molto meno passando di sotto ad A dove prevalerebbero le resistenze alle velocità, onde dovrà per necessità il pelo dell'influente alzarsi di sopra al punto A, come in N a tale altezza, che descritta col detto lato retto la parabola NL lo spazio ANLS uguagliasse lo spazio dato MHB, e però in questa combinazione d'ipotesi sempre converrebbe, che l'influente si alzasse allo sbocco più del recipiente, a qualunque altezza si trovasse quest' ultimo, e qualunque fosse la portata d'acqua del primo. Che se la velocità della superficie dell'influente dopo l'alzamento che dee seguirne, non si volesse riguardare, come totalmente nulla (e tale certamente non può essere in rigor matematico, ove essa sia pur qualche poco inclinata) allora potrebbe bensì il pelo dell'influente stabilirsi ora nel punto dello sbocco A, ora sopra, ed ora eziandio qualche poco sotto di esso, ma sarebbe impossibile il determinare il punto preciso, se non si sapesse quanta velocità converrebbe alla superficie di quel fiume

siccome ne' laghi l' acqua esce dall' emissario, così anche in questo caso è necessario che l' acqua esca per la foce del fiume, che ha ragione di un emissario eguale, se non maggiore del lago medesimo. La ragione di ciò si è, perchè sebbene l' acqua rigurgitata sembra stagnante, non è però priva affatto di moto, tutto che inosservabile, a cagione del quale viene spinta a scaricarsi; e la causa efficiente di ciò non è altra che quella picciola elevazione di acqua che fa l' inclinazione alla superficie del rigurgito, e che la rende qualche poco più alta nelle

---

in qualsivoglia suo possibile alzamento, per potere da tal velocità nota dedurre (se pur queste ancora fosse possibile) l' altezza del vertice della parabola sopra la superficie rialzata, e con ciò cercar poscia quella posizione di superficie, sopra cui prendendo la dovuta altezzza per aver il vertice, e descrivendo la parabola, lo spazio compreso fra essa, e la parabola delle resistenze AS terminato di sotte all' ordinata del fondo, e di sopra a quella della superficie dell' influente uguagliasse il detto spazio MHB esprimente la quantità dell' acqua del fiume. Ma tal notizia, cioè quanta fosse per essere la velocità della superficie in ogni possibil rialzamento del fiume nella ipotesi dell' autore non si può avere per alcuna regola, non potendosi qui ricorrere alla maggiore, o minor discesa, che secondo lui niente opera in tali casi. Anzi se ben si considera tal velocità dipendende ne' suoi supposti in qualche parte della maggiore, e minore incliuazione della superficie, di cui si tratta, la cognizione di quella richiederebbe, che si sapesse quante la detta superficie dovesse inclinarsi in qualsivoglia possibile rialzamento del pelo sostenuto dal rigurgito, onde mancano troppi dati per conchiudere quel che si cerca in tale ipotesi. L' istesso si troverebbe combinando l' ipotesi delle velocità del sig. Guglielmini, con quella delle risistenze del sig. Pitot, sopra che non mi tratterrò più a lungo, potendosi da ciò che si è detto intendere quello che seguendo sempre il metodo del p. Grandi, si debba fare, e quello che sia per risultare in ciascuna combinazione d' ipotesi di velocità, e di resistenze.

Interno a queste ipotesi non lascerò per ultimo di soggiugnere, che attese le due sorte di resistenza, che si ponno considerare nel recipiente, secondo le cose da noi accennate nella annotazione precedente al §. *In questa* non sarebbe forse irragionevole lo spiegare l' effetto totale del rigurgito nel modo seguente. Sia OL (*fig.* 78.) la parabola delle velocità libere del fiume nella sezione delle sbocco AB, il vertice della quale sia nel punto dato O della perpendicolare AB. Sia il pelo del recipiente all' orizzonte AT, che tagli la detta perpendicolare in A, e per A si tiri l' applicata AC, che esprimerà la velocità libera, che compete al punto A della detta sezione. Condetta per C la retta CK paralella ad AB, pare che le velocità di ciascun punto di sotto ad A fino in B, come del punto D in virtù del semplice peso, o della pressione del recipiente dovessero rendersi eguali ad AC riducendosi a DE, BK ec. e terminarsi alla rettta CK paralella ad AB (che è l' ipotesi del sig. marchese Poleni accennata nell' antecedente annotazione) onde per questo solo capo verrebbero a detraersi dalle velocità libere le porzioni EF, KL ec terminanti alla parabola CL, e lo spazio CKL sarebbe la scala delle resistenze. E se tirando OQ perpendicolare ad AB, e prendende OQ eguale ad AC, col vertice Q si descrivesse per A la parabola QAI, il cui asse fosse paralello ad AB, è facile il mostrare, che questa avrebbe lo stesso parametro, che la parabela OL, e che lo spazio AIB compreso da essa, e dalla perpendicolare AB, fino all' ordinata del fonde BI, sarebbe eguale alle spazio CKL,

parti superiori, che allo sbocco; ed in conseguenza atta a generare maggiore velocità di quello che possa il conato dell' acqua recipiente, e sebbene in casi simili la predetta differenza di altezza è impercettibile ad ogni senso è però benissimo attesa dalla natura, che non l' addimanda maggiore di quella che basta per dare quella minima velocità, ch' è sufficiente a fare scaricare per una sezione amplissima (quale in tal caso è la foce del fiume) una picciolissima quantità di acqua. Se poi l' acqua del fiume recipiente esercitasse contro lo sbocco

e ciascuna delle rette DG terminate all' arco AI, eguale alla sua corrispondente EF terminata all' arco CL; onde lo spazio AIB sarebbe anch' egli la scala delle resistenze dipendenti da questa sola prima cagione, e le rette AC, GF, IL tutte eguali fra loro, esprimerebbero le velocità che resterebbero vive, detrattene le dette resistenze, onde si potrebbe figurare, che ciascuna linea d' acqua che si presentasse allo sbocco, come in D, in vece della velocità libera DF, non avesse che la GF, restando estinta dal peso, o sia dalla pressione del recipiente la parte DG. Ma perchè si dee aver riguardo all' altra ragione di resistenza considerata dal sig. Pitot, cioè alla difficultà che incontrerebbe l' influente nel dividere, e traversare il mezzo fluido del recipiente, e per questo solo capo si suppone secondo il suo teorema, che la velocità di ciascuna linea d' acqua si riduca alla sua metà, però detraendo dalle velocità residue AC, GF, IL tutte eguali fra loro la metà di ciascuna AM, GP, II, la curva IIPM esprimerebbe colle sue applicate AM, DP, BH, le resistenze totali da amendue le accennate cagioni; e i residui MD, PF, IIL che sono parimente eguali fra loro, mostrerebbero ciò che resterebbe di vivo alle velocità; ed è facile il vedere, che la detta curva HPM' sarebbe un' altra parabola coll' asse parallelo ad AB, e col vertice V situato nella retta OQ in distanza eguale fra O, e Q.

Che se in vece di esprimer le resistenze dipendenti dalla prima delle dette due cagioni con lo spazio ABI d' una parabola col vertice in Q si stimasse doverle esprimere alla maniera del p. Grandi, cosicchè ABI fosse una parabola col vertice in A, e sempre dello stesso parametro delle altre, allora i residui AC, IL non sarebbero eguali, e la linea delle resistenze totali HM che le dividerebbe per metà, sarebbe un' altra curva di natura più composta.

Quando dunque fosse nota l' altezza BS, sotto cui il fiume correrebbe allo sbocco colle velocità libere della parabola OL, e per conseguenza noto lo spazio SRLB rappresentante la quantità d' acqua del fiume, descritta la curva delle resistenze totali HM nell' una, o nell' altra delle due maniere predette, se lo spazio MCLH terminato al di sopra dell' ordinata AC, che passa per la superficie del recipiente fosse eguale allo spazio SRLB, allora il pelo dell' influente dovrebbe alzarsi per l' appunto fino in A, e quando no, dovrebbe arrestarsi o sopra, o sotto il punto A, come si è spiegato nel considerare le altre ipotesi.

Volendosi però combinar queste ipotesi delle resistenze, con quella delle velocità del nostro autore, tornerebbero ad aver luogo le considerazioni fatte di sopra, cioè che se la velocità della superficie si supponesse affatto nulla, onde il vertice variabile della parabola dovesse sempre trovarsi nella superficie del fiume influente, non potrebbe giammai il pelo di questo stabilirsi nè in A, nè di sotto al punto A, ma necessariamente dovrebbe nello sbocco passare sopra quello del recipiente, e se la detta velocità della superficie non fosse affatto nulla, potrebbe bensì allora il pelo influente stabilirsi o in A, o sopra di A, o qualche poco di

non solo il conato, ma anche il moto attuale con qualche velocità, e direzione, o retta, o obbliquamente a lui contraria; in tal caso, o la velocità dell' influente sarà maggiore, o no: se sarà maggiore, è certo che rispingerà, e rivolterà ad altra parte la direzione del recipiente, e con ciò si farà luogo all' uscita; ma essendo minore, converrà che si elevi di superficie, molto più che nel caso antecedente, per imprimere alle parti inferiori dell' acqua, tanto di sforzo, quanto può bastare a superare la velocità, e direzione contraria, il che finalmente dee succedere col successivo alzamento di superficie, che tanto durerà a farsi maggiore, quanto lo sforzo dell' influente continuerà a non essere maggiore di quello del recipiente; cioè a dire, sin che detto alzamento possa imprimere ad ogni sezione tali gradi di velocità, da' quali astraendone un medio, sia esso ad un simile dentro di una sezione non impedita dal rigurgito, in proporzione reciproca delle sezioni medesime.

Di qui si può comprendere ciò che operino alle foci de' fiumi, i flussi, e le burasche del mare, e l' alzamento che cagionano all' *acque de' fiumi* medesimi, i quali *se avranno le sponde così alte, che siano sufficienti a sostenere l' acqua, a quell' altezza ch' è necessaria per ispingersi al mare;* al sicuro *sforzeranno qualsisia impeto dell' onde*. È ben anche evidente, che le sezioni degli sbocchi, e tutte quelle che restano impedite da' rigurgiti, devono acquistare tanto maggiore ampiezza (siasi in larghezza, o profondità) quanto viene indebolita la loro velocità; e perciò i fiumi reali si conservano le foci così aperte, che alle volte fanno l' ufficio di porti a' vascelli di alto bordo, quando la spiaggia del mare permetta loro di accostarvisi: questa è anche la ragione, per la quale molti fiumi richiedono più foci; alcuna delle quali alle volte si ottura, cioè la più impedita, o la meno veloce, nel qual caso, o l' acqua si volta per gli altri sbocchi, ne' quali sono minori gl' impedimenti, e per conseguenza il corso è più vigoroso, o pure se n' apre un nuovo più facile, e più spedito.

È da notare nel particolare delle foci de' fiumi al mare, che tanto i flussi, quanto i riflussi fanno diversi effetti considerabili, i quali ponno essere altrettanti corrollarj dedotti dalle cose dette di sopra, per ispiegazione del modo col quale i fiumi entrano in altri fiumi. Il che ec.

---

sotto, ma non ne sarebbe determinabile la positura per mancanza dei dati necessari, come si è spiegato poc' anzi in questa medesima annotazione.

Questo è ciò che ho stimato dover accennare intorno alla difficil materia dei rigurgiti, di cui tratta in questo luogo l' autore, e che non ho voluto tacere, benchè le conseguenze che ne risultano non siano in ogni parte uniformi a' suoi insegnamenti.

COROLLARIO I.

Durante il flusso, o marea alta, la velocità media delle acque del fiume si sminuisce; e perciò dà luogo alla deposizione delle torbide nel fondo dell' alveo; ma sopravvenendo il riflusso, o marea bassa, perchè levandosi l' ostacolo alla foce, l' acqua trattenuta in maggior altezza di quella che conviene alla sua quantità, acquista considerabile velocità; perciò tutta la materia deposta di nuovo s' incorpora all' acqua, e viene portata nel mare.

COROLLARIO II.

E perchè l' impedimento che fa un fiume all' ingresso d' un altro, è equiparabile al flusso marino, e maggiormente quando rigurgita nell' alveo di esso; perciò *il medesimo effetto succede anco agli sbocchi de' fiumi in altri fiumi,* interrendosi gli alvei degli influenti, durante il ristagno, o rigurgito, e di nuovo escavandosi al cessare de' medesimi; tutto ciò dunque che si dirà più a basso circa le foci al mare, si dee proporzionabilmente intendere degli sbocchi ne' fiumi.

COROLLARIO III.

Perchè il fiume dee poter entrare nel mare, nella di lui maggiore bassezza, anco con le sue massime piene, incontrandosi frequentemente che entrino fiumi pienissimi nel mare bassissimo di superficie; perciò egli *è necessario, che computata la larghezza della foce, acquisti nel resto in profondità una sezione proporzionata al corpo della massima piena, e tale profondità dee regolarsi sotto il pelo più basso del mare;* dal che ne nasce poi, che *alcuni fiumi non molto abbondanti d' acqua, i quali sboccano in mare* di tal sorte, *che* ne' loro flussi *si alzino venticinque, o trenta piedi, fanno una gran mostra di loro medesimi,* e si rendono navigabili in tempo del flusso da qualsivoglia legno, per tutta quella lunghezza che risente la marea.

COROLLARIO IV.

Incontrandosi di venire i fiumi pienissimi in tempo delle borasche maggiori, che vuol dire, in tempo nel quale hanno luogo i più grandi impedimenti che possano succedere alle loro foci; sono stati avvertiti gli uomini dell' altezza delle sponde che si richiede per provvedere all' espansioni laterali; e perciò occorrendo vi hanno fatti argini di altezza sufficiente a contenere l' acqua in quello stato, che come si è detto di sopra, è quello che cagiona lo scarico intero del fiume

per la sua foce; quindi è che *cessando la burrasca, o calando la marea in tempo, che anco duri l'altezza del fiume, si scarica nel mare copia d'acqua maggiore di quella sia somministrata dalla fiumara;* (1) e perciò dal punto nel quale i fiumi sono alterati dalle agitazioni, o ristagni del mare, *il fondo degli alvei si rende meno declive, e la declività va sempre scemando, quanto più s'accosta alla foce.* Che *se il fiume per se medesimo avrà tanta copia di acqua da mantenersi il fondo orizzontale,* in tal caso *si profonderà maggiormente,* e tanto per appunto, quanto s'egli portasse di acqua propria, tutta quella abbondanza che lì viene aggiunta, o ristagnata dentro l'alveo, per lo gonfiamento del mare: e questo è ciò che vogliono inferire gli architetti delle acque quando dicono che *i flussi, e riflussi del mare mantengono espurgati gli alvei de' fiumi per tutto quel tratto al quale essi arrivano.*

COROLLARIO V.

Ne' fiumi che hanno lo sbocco aperto al mare, se l'acqua di essi non si altera di sostanza, o di sapore dentro l'alveo proprio, per

---

(1) Per più piena spiegazione di ciò che quì si asserisce, si dee avvertire, che lo stabilimento di tutto l'alveo superiore del fiume dipendendo da quello dello sbocco, si dee intendere, che il primo sia succeduto in seguito del secondo, e non già che dopo stabilito il letto superiore la parte più vicina allo sbocco si sia ridotta a quelle declività delle quali quì si parla, e che sono effetto del flusso, e riflusso del mare. Fingiamo dunque (*fig.* 79.) che il punto A della spiaggia sia quello in cui debba sboccare un fiume, che nuovamente s'incammini ristretto fra argini fino al detto punto, e poniamo che la sua larghezza (che supporremo uniforme) non si possa accrescere a cagione della resistenza delle sponde all'allargamento, ma che per altro la profondità possa aumentarsi, essendo il fondo capace di corrosieno; e sia BA quella positura del letto del fiume sopra cui potrebbe smaltir le sue materie senza interrimento, nè profondamento, se egli dovesse proseguire il suo viaggio oltre il punto A. Incontrando dunque in A la superficie del mare, il cui pelo basso sia AT, non potrà per le cose dette mantenersi il fondo dello sbocco in A, ma dovrà seppellirsi come in C, tanto che le maggiori piene del fiume possano aver esito sotto il pelo AT, per la seziono AC, e il pelo di esso concorra con TA nel punto A, o con ciò sarà necessario che si abbassi eziandio l'alveo AB. Non dovrà tuttavia quest'alvoo nell'abbassarsi serbare nelle parti vicine allo sbocco la primiera inclinazione, con ridursi alla positura CD paralella ad AB, come per altro farebbe, so le vicende del flusso, e riflusso, non concorressero ad altorarlo per le ragioni che quì adduce l'autore; ma per tutto quel tratto a cui si potrà avanzare l'effetto di tale reciproca agitazione, dovrà farsi meno declive, in maniera che la declività di mano in mano sia minore a misura della maggior vicinanza al punto C, prendendo la positura concava CE, e dal punto E in sù (al qual punto parmi verisimile, che sia per giugnere almeno l'orizzonte della marea bassa TA) si disporrà poscia nella positura EF, paralella ad AB, che dovrà esser tangente della curva EC, nel punto E. Che se oltre l'abbassarsi del fondo potesse ancora, come d'ordinario accade,

quel tratto che consente col mare, segno è essere ella copiosa, almeno in proporzione del contrasto che le fa il mare, e ciò maggiormente, se un fiume, come si narra di molti, porterà le sue acque per buono spazio dentro la marina, il che si conosce dal sapore, dal colore, ed anche in parte dalla direzione del moto dell'acqua; ma se la medesima cangia di natura, col participare, o la salsedine, o altra qualità dell'acqua marina, allora è indizio che l'acqua propria del fiume è poca, o che i contrasti del mare sono violenti, o per l'alzamento, o per l'impeto de' venti; e tanto più, quanto a maggior segno s'avanza la salsedine.

COROLLARIO VI.

Perciò *in que' fiumi che hanno poca acqua, si vede correre quella del mare al contrario di quella del fiume nel tempo del flusso, e nel riflusso si osserva correre l'una, e l'altra verso il mare;* e perchè questo corso richiede qualche tempo, perciò si dà il caso, che il ritorno dell'acqua del fiume verso la marina, non cominci precisamente sul punto del riflusso; ma ora qualche poco dopo, ora qualche poco prima accordandosi i tempi di questi riflussi allora solo, quando l'acqua del mare rigurgitata, s'uguaglia, a un dipresso, all'acqua trattenuta del fiume, ed in questo caso il pelo della medesima sarà orizzontale; ma negli altri due casi sarà inclinato al contrario del fiume, e solo sarà orizzontale nel momento del riflusso.

---

dilatarsi l'alveo, il profondamento AC non si richiederebbe sì grande, e potrebbe anco in tal caso succedere ciò che l'autore mostrò nel corollario 3.°, e 4.° della proposizione 3.ª del capo 5.°, cioè che il fondo rimanesse più alto nelle parti più vicine all'esito, che nelle più lontane, riascendendo l'acqua per un piano acclive, come appunto succede nel Pò, che presso gli sbocchi moltiplicando i rami si allarga a più doppj. Colla concavità del fondo va congiunta in questo fiume anche quella del pelo basso, ma ciò non succede nel pelo delle piene, che al contrario è più inclinato in quel tratto; ma tali inclinazioni de' peli, e de' fondi sono varie in diversi fiumi, secondo le diverse combinazioni delle profondità colle larghezze.

Questo discorso si adatta propriamente a' fiumi perenni, ne' quali la forza della loro acqua, si unisce con quella del riflusso a mantenere la concavità EC, ma si può anco in qualche maniera applicare a' torrenti, benchè in questi l'effetto non debba essere sì grande, nè estendersi a tanto spazio, specialmente ove esigano molta pendenza.

Per quello che riguarda lo sbocco d'un fiume in un altro fiume, dove non hanno luogo le vicende del flusso, o riflusso, parmi che quando l'influente non potesse allargarsi, ma dovesse farsi passaggio sotto il recipiente solo a forza di profondità, il fondo in vece di divenir meno declive presso lo sbocco dovesse farsi più ripido, e forse convesso colla convessità rivolta allo insù, ma tal declività si torrebbe, o si diminuirebbe in gran parte per le posature che succederebbero nello stesso calare dell'influente, come si è detto nell'annotazione prima.

COROLLARIO VII.

L'ingresso de' fiumi nel mare si fa a mezz'onda, che vale a dire che la superficie dell'acqua non viene regolata, nè dalla parte superiore dell'onda, spinta contro lo sbocco (sia ella, o di moto ordinario, o pure burrascoso) nè dal basso dell'onda medesima; ma bensì dal punto di mezzo, tra il maggiore alzamento, e l'abbassamento dell'acqua ondeggiante; e la ragione è fondata sulla velocità del bilanciamento dell'acqua, la quale non permette che il pelo del fiume si elevi alla sommità dell'onda, nè si abbassi alla di lei maggiore concavità; e perciò viene ad equilibrarsi con questi contrarj conati in un sito di mezzo.

PROPOSIZIONE II.

L'alzamento delle piene vicino agli sbocchi de' fiumi riesce sempre minore, che nelle parti più lontane.

Ciò è stato osservato da diversi, e principalmente dal p. Castelli; ed è vero, quando il fiume cresce per nuova acqua sopravveniente, anzi si osserva, che negli sbocchi medesimi, l'acqua ordinariamente non si eleva che tanto, quanto il corpo dell'influente fa elevare il pelo del recipiente; cioè a dire, rispetto al mare insensibilmente; e la ragione di ciò è, che entrando i fiumi, per esempio, nel mare hanno per quello si è detto di sopra, tutto il loro ingresso al di sotto della di lui superficie, proporzionandosi lo sbocco in largo, ed in profondo; e perciò (1) la cadente del pelo d'acqua del fiume influente, non variandosi la superficie del mare, tende sempre al termine

(1) Nell'annotazione prima, e nella sesta si è veduto che non può essere universalmente vero, che la cadente del pelo del fiume tenda sempre al medesimo punto, quando si supponga invariato il recipiente, ma che ciò ha solamente luogo per l'ordinario, ove questo sia nello stato di sua maggior bassezza, e può averlo solo per accidente in altri stati, e però non si può prender per fondamento a dimostrare universalmente, che la detta cadente sia più inclinata in tempo di piena, che in acqua bassa dell'influente. Ciò non ostanta si può provare tal asserzione in altra maniera. Sia dunque (*fig.* 80.) la superficie dell'influente fuori di piena AB, e siano due sezioni di esso, una BF soggetta al rigurgito, la quale incontri in G l'erizzonte CD del recipiente, l'altra HA libera, cioè superiore al detto orizzonte. Pongasi primieramente che le dette sezioni sieno egualmente larghe, onde per le cose dette nell'annotazione prima, BF sarà necessariamente più profonda di AH. Sia nella sezione libera la parabola AIH quella che esprime il complesso delle velocità, cioè a dire la quantità d'acqua del fiume, il cui vertice (per non partirmi dalla ipotesi dell'autore, che stima potersi ordinariamente trascurare la velocità della superficie) supporremo essere nella stessa superficie in A. Intendasi descritta col medesimo parametro la parabola BFK, anch'essa col vertice B nella superficie della sezione impedita BF. Sia finalmente GL la curva

medesimo, e però è necessario che ella sia più inclinato verso lo sbocco in tempo di piena, che in acqua bassa; e perchè due linee diversamente inclinate all' orizzontale, e concorrenti in un punto medesimo, tanto più si scostano l'una dall'altra, quanto più si allontanano dal punto dell' unione; perciò necessariamente le piene devono fare lontano dallo sbocco maggiore alzamento, che vicino al medesimo. Il che ec.

---

che esprime le resistenze del recipiente nella sezione BF. Esprimendosi dunque per BFK le velocità, colle quali l'acqua passerebbe per BF, se questa sezione fosse libera, e per la curva GFL, le resistenze che incontra lo spazio BKLG esprimerà, ciò che resta di vivo alle velocità, cioè a dire la quantità dell'acqua che realmente passa per BF, onde il detto spazio sarà eguale alla parabola AHI. Sopravvenga ora al fiume un' escrescenza, che nella sezione HA ne alzi il pelo fino in M, e descrivasi con lo stesso parametro la parabola HMR, la quale nelle dette ipotesi esprimerà le velocità, e la quantità d'acqua del fiume nel nuovo stato, onde lo spazio MAIR sarà l'accrescimento dell'acqua. Si prenda nella FB prolungata al disopra la porzione BO eguale ad AM, e descrivasi col vertice O sempre col medesimo parametro la parabola OFP. E perchè, come già si è veduto, da tutti non si conviene nelle ipotesi delle resistenze, supponiamole in primo luogo indipendenti dalle velocità, ma solo variabili secondo le altezze del recipiente, come le suppone il padre ab. Grandi, onde la curva delle resistenze nel nuovo stato del fiume, dovrà tuttavia essere la stessa GFL. Essendo dunque lo spazio OBKP maggiore dello spazio MAIR (come si fa manifesto prendendo ON eguale ad MH, e ordinando NXT, che taglierebbe lo spazio OBXT eguale senza dubbio allo spazio MAIR) ed essendosi mostrato BKLG eguale ad AHI, sarà la somma OGLP maggiore di MHR. Ma lo spazio OGLP esprime il complesso delle velocità vive, cioè la quantità dell'acqua che passerebbe per FO, se la piena si alzasse sino in O, la qual quantità dee essere eguale ad MHR, e non maggiore di essa; dunque l'altezza BO, che si è fatta eguale ad AM, è soverchia per ismaltire l'acqua della piena, e però il pelo di essa devrà restare più basso di O, disponendosi come in MS coll' alzamento BS minore di AM, e con inclinazione maggiore di quella del pelo basso AB.

Nelle altre ipotesi delle resistenze, cioè facendole variabili con qualche rapporto alle velocità, sussisterebbe ancora la medesima asserzione, ma la dimostrazione sarebbe più difficile, e troppo in lungo ci condurrebbe applicarla a ciascuna ipotesi. Il fondamento però in tutti i casi sarebbe il medesimo, cioè che nella sezione impedita le resistenze nello stato di escrescenza si aumenterebbero in minor ragione, di quella che crescessero le velocità di tutta la sezione nell' alzarsi la piena atteso l'accrescimento dell'altezza GB, che in ogni ipotesi è libera dal rigurgito.

Finalmente se in vece di supporre la sezione BF maggiore di AH in profondità si supponesse maggiore di essa in larghezza, e per altro eguale in altezza corrente, ne nascerebbe la medesima conseguenza, avvertendo allora che gli spazj BGLK, SGLQ non debbono esser eguali alle parabole AHI, MHR, ma minori di esse in ragion reciproca delle larghezze.

Molto meno poi debbono alzarsi le piene presso lo sbocco, quando le larghezze avanti la piena fossero morte, come per lo più succede, e come nota l'autore nel §. seguente, e più sopra nel capo settimo §. *Sono gli alvei.*

Per ispiegare, da quale cagione dipenda la diversa inclinazione dell'acqua bassa, e dell'alta, si dee rammemorare ciò che abbiamo detto nel *capitolo precedente;* trovarsi, cioè delle sezioni morte, nelle quali l'acqua, o non corre, o corre lentamente più di quello esiga la propria altezza, e che per conseguenza sono molto maggiori del bisogno; tali tra l'altre sono quelle de' fiumi ne' siti che risentono i rigurgiti, cioè le vicine agli sbocchi; quindi è che sopravvenendo la piena, basta che l'acqua stagnante, o mossa lentamente, acquisti velocità maggiore verso lo sbocco, il che si ottiene con ogni poco d'altezza, che si aggiunga alla primiera, attesa la grandezza soprabbondante della sezione, e la facilità che ha l'acqua sul principio del moto di crescere in velocità, molto maggiore di quella che ha, affetta che sia di velocità considerabile; il che non trovandosi nelle sezioni superiori lontane dal rigurgito, che sono, o proporzionate solamente al bisogno, o poco maggiori; si ricerca in esse maggiore accrescimento di velocità in ciascheduna parte di acqua, e per conseguenza maggiore altezza di corpo, anche a riguardo della maggiore velocità precedente, come si fa manifesto dal considerare la natura della parabola, primaria regolatrice delle velocità.

COROLLARIO I.

Quindi è, che *i fiumi i quali sono assai declivi di fondo*, e che perciò non sentono gl'impedimenti del rigurgito molto lontano dallo sbocco, anche *in poco spazio fanno vedere questo effetto;* ma per lo contrario *i fiumi reali* che camminano con poca pendenza, e perciò sono soggetti per più lungo spazio al rigurgito, *godono di questa proprietà in maggiore distanza dal mare*, la quale però mai non si manifesta sensibilmente, che poco più oltre al sito dove arriva la forza del rigurgito medesimo.

COROLLARIO II.

Da questo principio anche dipende la causa di un'apparenza assai sorprendente, la quale rendesi impercettibile a molti: ed è, che trovandosi un fiume influente con poca acqua propria, ma con un grande rigurgito del recipiente, che lasci poco di vivo agli argini, o sponde del primo; sembra a molti, che venendo una piena a questo, dovrebbe sormontare le proprie sponde, parendo loro inverisimile che pochi piedi, e talora poche oncie di ripa che sopravanzano al pelo del rigurgito, possano essere sufficienti a contenere una piena che sopravvenga; e pure quando sono succeduti di tali casi, si è veduto che la piena non ha sormontate le sponde, e si è elevata pochissimo

sopra la superficie del rigurgito predetto; ma nell'istesso tempo si è osservato, che tutta l'acqua che prima pareva immobile, ha cominciato a muoversi verso lo sbocco.

COROLLARIO III.

Dal detto in questo proposito ne nasce ciò che nota il p. Castelli, cioè che dall'osservazione di poche oncie di altezza fatta da una piena di un fiume vicino allo sbocco, si può dedurre l'elevazione di molti piedi d'acqua nelle parti superiori; (1) ma non è già conforme alla verità ciò ch'egli avverte al corollario 14, che i fiumi vicino al mare crescano di velocità, se non in quanto la vicinanza dello sfogo libero, può contribuire a renderli più veloci, o almeno a non impedire il loro corso tanto, quanto in parità di circostanze si fa più lontano.

PROPOSIZIONE III.

(2) Se *l'alzamento dell'acque di un fiume allo sbocco si farà per cagione di qualche impedimento opposto, e ritardante il corso di esso: e particolarmente per lo ristagno del mare, o per rigurgito della piena di qualche fiume recipiente; in tal caso l'acqua si eleverà più vicino allo sbocco, che nelle parti superiori.*

Ciò è manifesto dovere succedere, perchè essendo la superficie del fiume influente inclinata verso lo sbocco, viene ella ad essere intersecata nelle parti superiori dalla linea del pelo del rigurgito. Lo stesso succede, ma con minore divario, nel ristringimento degli sbocchi

---

(1) Parmi che parlando della valocità della sola superficie, e in istato di piena si possa sostenere, che vicino agli sbocchi la superficie del fiume sia più veloce, che nelle parti più lontane mentre in queste cammina paralella, o quasi paralella al fondo, e all'acqua bassa, laddove presso lo sbocco per le cose dette maggiormente s'inclina.

(2) Prolunghisi il pelo del recipiente TA (*fig.* 81.) fino a che intersechi in D il pelo dell'influente IEB, il quale prima dell'alzamento del recipiente in TA, si suppone che andasse nella sezione dello sbocco FB a ferire nel punto B, o fosse ivi sostenuto, o no da altro antecedente rigurgito. Farà dunque il recipiente nel nuovo stato TA qualche resistenza alla sezione DG. Dunque obbligherà l'acqua ad alzarsi come in GK. E perchè dee esservi un punto nel pelo IEB di sopra al quale non è possibile che segua per lo rigurgito alcuna alterazione, come nell'annotazione seconda si è detto (e sarà al più il punto E della sezione EM, al cui fondo M giugne l'orizzonte TAD) è manifesto, che il pelo EK più si sarà alzato nella sezione GK, che nelle superiori fra G ed M, e che il detto pelo KE sostenuto dal rigurgito sarà meno inclinato del pelo primiero IEB; e ciò dee sussistere qualunque sia il punto dell'orizzonte TD, in cui il pelo EK vada ad intersecarlo.

che obbliga l'acqua influente in quel sito ad alzarsi di pelo; perchè a causa del ristringimento accennato, restando tutte le sezioni superiori colle loro larghezze morte, cioè con acque alle sponde stagnanti, o per tutto ritardate succede quasi lo stesso, che se tutto il fiume s'andasse ristringendo; onde siccome in questo caso l'acqua s'alzerebbe più nelle sezioni ristrette, che nelle più ampie, le quali non avessero alcuna connessione, o dipendenza dalle prime; così nell'istessa maniera, nel caso del solo ristringimento dello sbocco, l'acqua si eleverà per lungo tratto; ma finalmente nelle sezioni superiori non patirà alcuna elevazione, e nelle inferiori sempre più, quanto esse saranno maggiormente vicine allo sbocco. Il che ec.

Di qui si conosce la ragione per la quale *la piena d'un fiume, entrando in una palude, o lago scarso di acqua, v'entra con maggiore velocità, e con minore altezza di corpo, di quello faccia trovando la predetta palude, o lago in colmo; abbenchè la quantità della piena si supponga nell'uno, e nell'altro caso la medesima*. Posciachè nel primo supposto non trovando la piena tanta resistenza nell'acqua del recipiente, non sono le di lei sezioni inferiori tanto ritardate; e perciò l'acqua vi entra con maggiore velocità, e per conseguenza, con minore altezza di corpo; ma nel secondo caso essendo il recipiente colmo d'acqua, accresce le resistenze all'influente, il cui corpo è necessario si alzi a proporzione della velocità maggiormente perduta colla regola addotta nella proposizione prima.

Ciò che sia per succedere nel terzo caso addotto sul principio di questo capitolo; cioè, quando il fiume influente ha il fondo dello sbocco più basso della superficie del recipiente, ma non quanto basta per dar luogo a tutta l'acqua corrente per esso, è facile a dedursi dal detto fin'ora nell'esame degli altri due casi: e però in questo proposito si ponno proporre i seguenti corollarj.

COROLLARIO I.

Poichè apparisce assai chiaramente, che *la superficie dell'influente non si spianerà su quella del recipiente, ma sarà sostentata nelle parti superiori, e formerà allo sbocco un gonfiamento inclinato alla parte dell'influsso*, che con tale caduta agirà contro le sponde tentando di allargarle colla corrosione; il che non potendo succedere, come per esempio, se le sponde fossero di sasso conserverassi detto gonfiamento nello stato di prima; ma allargandosi lo sbocco, anche la detta superficie in proporzione s'abbasserà.

COROLLARIO II.

Ma perchè intanto dee succedere il gonfiamento predetto, in quanto *la sezione dello sbocco* resta minore del bisogno; *scemerassi* ella, ed anco *toglierassi affatto, sì per la diminuzione dell' acqua del fiume influente; sì per l' alzamento della medesima nel recipiente*, perchè nell' uno, e nell' altro caso la sezione resta in proporzione accresciuta; ed al contrario *si manifesterà il gonfiamento, o coll' accrescersi dell' acqua nell' influente, o col calare nel recipiente*; il che anche succede in alcune cateratte delle minori, che si manifestano in fiume basso, e non sono osservabili nelle piene maggiori.

COROLLARIO III.

In fatti *detto gonfiamento è una specie di picciola cateratta*, che secondo la diversità delle circostanze, ora farà una caduta libera, ora una corrente più veloce, ed alle volte, cioè quando il fiume è grosso dalla parte di sotto, non farà effetto osservabile. *Di tal genere sono le mutazioni delle cadenti del fondo de' fiumi da una minore inclinazione, ad una maggiore*; poichè nulla impedisce, che l' ultima sezione della cadente meno inclinata, non si consideri per uno sbocco della spezie predetta: *della stessa natura sono le angustie che fanno i pilastri de' ponti alla sezione del fiume in quel sito*, sotto gli archi de' quali per lo più si vedono l' acque accrescere la forza del corso poichè non si varia l' effetto, purchè l' acqua, o per l' alzamento del fondo o per la strettezza delle sezioni, sia obbligata ad elevarsi di corpo, e non possa mantenere l' altezza acquistata nelle sezioni inferiori.

COROLLARIO IV.

Egli è anco manifesto, *che l' acqua la quale gonfia sopra la superficie del recipiente, può godere d' una velocità maggiore di quella del restante della sezione* medesima *allo sbocco*, attesa la mancanza delle resistenze a questa, e non all' altra; siccome è chiaro, che *dirigendosi detta velocità verso il fondo, vi cagionerà qualche gorgo:* effetto assai frequente, non solo di questa, ma ancora di altre cause negli sbocchi de' fiumi.

COROLLARIO V.

Quindi pure apparisce la causa, per la quale *sebbene ne' tempi de' grandi, o rigurgiti, o ristagni, si fanno delle deposizioni nel fondo degli alvei, o degli sbocchi de' fiumi: non crescono però esse mai tanto da impedire lo spianamento delle superficie dell' acqua l' una*

con l'altra; poichè se più crescessero, gonfierebbe il pelo dell'influente sopra quello del recipiente, e succederebbero, o gli effetti addotti al *corollario primo;* o pure di nuovo (il che sarebbe più facile) verrebbe per la forza della corrente maggiore ad escavarsi il fondo, e perciò si attemperano gli effetti, dimanierachè succeda tutta quella alluvione, ch'è possibile a farsi, senza che l'acqua per soverchio ristringimento della sezione possa gonfiare.

La direzione delle foci è una delle principali circostanze necessarie da considerarsi in questa materia; posciachè da essa derivano, ora buoni, ora pessimi effetti. Quello che s'accorda alle regole, o alla necessità della natura, si è che....

PROPOSIZIONE IV.

Le *foci de' fiumi influenti devono secondare colla direzione dell'ultimo tronco del loro alveo il filone del fiume recipiente.*

Sia AB (*fig.* 49.) il filone del fiume recipiente, e la direzione di esso da A in B; e supponiamo che il fiume influente vi porti dentro le sue acque secondo la linea DC perpendicolare alla AB. Perchè dunque i moti, secondo i principj della statica, tanto meno s'impediscono l'un l'altro, quanto minori sono gli angoli che fanno le linee delle loro direzioni (dimanierachè non può esservi impedimento veruno, quando le linee predette sono paralelle, e tendenti alla stessa parte) ne segue, che incontrando AC la corrente DC ad angolo retto, s'impediranno vicendevolmente; e perciò la direzione DC non potrà ritenere la primiera linea, e sarà per così dire strascinata in DG, nello stesso tempo che il filone GB sarà spinto dalla direzione DC, o DG, in GH, facendo l'angolo HGB maggiore, o minore, secondo la proporzione che ha la velocità di AB a quella di DC; ond'è, ch'essendo tal proporzione assai grande, come per lo più succede, per essere la velocità del fiume influente pochissima, a riguardo dell'impedimento del riflusso, o ristagno, e quella di AB in niun modo, o pochissimo alterata; necessariamente sarà l'angolo HGB insensibile, e tanto minore, quanto più acuto sarà l'angolo ACD, o AGD; incontrandosi adunque, che in DG vi sia ripa atta a patire corrosione, questa si farà dalla parte di DG, e rallentandosi il moto dell'acqua verso DC, ivi si farà l'alluvione, e lo sbocco si volterà tutto in DG. Ma perchè sminuendosi l'angolo AGD, si sminuisce anco la forza che fa la corrente AB contro la DG; e perchè ancora il terreno della ripa bisogna pure che abbia qualche resistenza all'essere corroso, (che supponiamo sia sempre la stessa) perciò se la potenza di AG contro DG sarà tale da superare la resistenza della ripa, per necessità si farà nuova corrosione sino in DF, ovvero in

DEB, ed allora stabilirassi la situazione dello sbocco, quando per l'obbliquità della ripa DEB, la forza dell'aderenza delle parti del terreno, resterà tale da non cedere all'impressioni del filone AB, rese minori per l'acutezza dell'angolo ABE. È adunque impossibile che si mantenga la direzione dello sbocco in DC ad angolo retto colla corrente del filone AB; e per conseguenza è necessario che si porti in DEB, a seconda di AB. Il che ec.

COROLLARIO I.

Molto maggiore sarà l'impressione della corrente AB *contro la direzione* DA, *inclinata all'opposto di essa;* perchè non solo essendo la direzione AB più valida della DA, *la sforzerà a rivoltarsi all'ingiù*, e per conseguenza a rodere la ripa; ma ancora per lo contrasto della DA, *si faranno vortici potentissimi* a rovinare le ripe, *e la corrente* AB, *operando contro l'angolo* DAB col continuo battervi, finalmente *lo spunterà, e rivolterà lo sbocco* v. g. in KC, facendosi l'alluvione dalla parte di KA.

COROLLARIO II.

Tutti i detti effetti succederanno con maggiore facilità, se il filone del fiume recipiente si stringerà contro la ripa, nella quale è aperto lo sbocco; e più difficilmente, se batterà la parte opposta; ma in tutte le maniere la natura opererà sempre per rivoltare, o presto, o tardi lo sbocco a seconda del filone del recipiente.

COROLLARIO III.

Quindi è manifesto, che *se le sponde dell'ultimo tronco del fiume influente, non potranno essere corrose, ne meno si altererà la situazione dello sbocco;* ma ciò non ostante, sempre maggiore sarà lo sforzo dell'acqua dalla parte del corso del recipiente.

COROLLARIO IV.

Se l'influente sarà molto veloce, ed il recipiente molto tardo, allora l'ingresso del primo potrà rivoltare il filone del secondo; e perciò essendo l'influente pieno, ed il fiume recipiente scarso d'acqua, molto più si avanzerà il corso di quello nell'alveo di questo, che se l'uno, e l'altro fossero nelle massime piene, nel qual caso l'acqua dell'influente si manterrà per lungo tratto dalla parte della ripa nella quale è tagliato lo sbocco, sintantochè i moti sregolati del fiume maggiore, particolarmente nelle curvità delle botte, confondano tutta

l'acqua insieme: e ciò in fatti si osserva succedere, quando il fiume influente entra torbido in un recipiente, che porti acqua chiara, o al contrario.

COROLLARIO V.

Da ciò si manifesta *l'errore di quelli i quali pretendono che gli sbocchi de' fiumi influenti cagionino delle curvità, e delle botte nelle sponde opposte de' recipienti;* il che quantunque sia vero, se l'influente porti del sasso, ed il recipiente no; appena può verificarsi, quando l'uno e l'altro corrono in sabbia, essendosi dimostrato, che la velocità del filone del fiume maggiore, molte volte non ha sensibile proporzione con quella del fiume influente allo sbocco.

COROLLARIO VI.

Se però *ambidue fossero torrenti, e che venendo la piena dell'influente, non venisse quella dell'altro,* in tal caso *si potrebbe temere qualche cosa;* se però la larghezza dell'alveo del recipiente non fosse tale, che potesse ritardare la velocità dell'influsso; quindi è, che in casi simili, particolarmente *essendo le quantità dell'acqua, e le velocità eguali, quel fiume che prima entra nell'alveo comune, mantiene il suo filone a dispetto della corrente di quello che sopravviene,* abbenchè qualche poco alterato dalla primiera situazione.

COROLLARIO VII.

Gli sbocchi de' fiumi nel mare, sono pure obbligati a secondare le correntie di esso, siano queste, o perpetue, o cagionate temporaneamente da' venti; quindi è, che i fiumi della Romagna, e del ferrarese, rivoltano gli sbocchi a destra, perchè la correntia dell'Adriatico rade il lido dell'Italia partendosi da Venezia verso la terra di Bari; ed in altri luoghi i venti burrascosi obbligano i fiumi ad aprirsi nuove foci in luoghi coperti, o secondanti la furia di essi. Vero è, che le correntie del mare se sono lente, non hanno gran forza per cagionare l'effetto predetto; ma pure quando nulla vi osti, non lasciano di fare quello che ponno.

COROLLARIO VIII.

E perchè *nelle foci de' fiumi influenti, per lo più si fanno de' vortici,* e per conseguenza *de' gorghi; sono frequentemente gli sbocchi di detti fiumi, altrettante chiamate al filone del recipiente,* per ispingersi alla parte di essi; contrasta però sempre la forza dell'influente

per ribatterlo, almeno tanto da insinuarsi colle sue acque tra 'l filone del recipiente, e la di lui sponda contigua, presso la quale come si è detto di sopra, durano per qualche spazio a correre separate dalle altre; e *lo stesso si osserva anche negli sbocchi al mare*, quando qualche vento obbliga l'acque di questo a prendere corso verso una parte determinata.

Dalla mala situazione degli sbocchi si vede chiaramente, che devono molte volte succedere effetti dannosi, i quali mettono in pericolo gli argini, ed alle volte cagionano delle inondazioni, il che dal volgo viene attribuito alla resistenza che incontra il fiume influente allo sbocco, e perciò meglio sarebbe in tal caso provvedere il fiume influente di una foce di buona direzione, che d' intraprendere, o ostinatamente di conservare la mala situazione dello sbocco, o di fare delle diversioni dispendiosissime, ed alle volte mal intese. Tale è il fine della natura, nell' aprire che fa molte foci ad un fiume solo; abbenchè rare volte si serva di tutte per iscarico dell' acque di esso eleggendò secondo le occasioni, quella per la quale è più facile, e più spedito lo sfogo; e ciò principalmente si osserva a' lidi del mare, l' onde del quale, per causa de' venti, ora scorrono ad una parte, ora ad un' altra. Si dee però avvertire, che la mutazione degli sbocchi si faccia col minore allungamento di linea che sia possibile, per non fare elevare di troppo il fondo del fiume, coll' allontanare la foce del suo principio; essendo, come si è detto, il fondo dello sbocco la base, su la quale s' appoggia la cadente di qualsisia fiume.

CAPITOLO NONO.

Dell' unione di più fiumi insieme, e loro effetti.

È un artificio assai rimarcabile della natura quello d' accoppiare fiumi a fiumi, e di mandarli così uniti a sboccare nel mare; e talora è anche effetto di una necessità, che non permette il corso di un fiume, separato da quello d' un altro, siasi, o per l' intrecciamento che porta seco la diversa direzione de' fiumi distinti; ovvero per lo pendio che insegna la strada all' acque, per la quale possono avere lo sfogo più facile, anzi le obbliga molte volte a prenderne una determinata. Questa necessità però, o non mai, o rare volte va scompagnata dall' utile che apporta l' unione di più acque in un alveo solo, dimanierachè pare solo instituita dalla natura, per servirsi di essa, come di un mezzo efficacissimo, per ottenere i vantaggi che si diranno; e perciò può passare per una necessità artificiosa. Per assicurarsi di ciò, si prenda una carta geografica, nella quale siano delineati tutti i rivoli, torrenti, e fiumi che tributano le loro acque ad un fiume reale,

e nella medesima sia parimente espresso il corso di esso sino al mare; e si faccia prova di correggere gli errori, per così dire, che qualcheduno potesse credere essere stati fatti dalla natura, nell' unire le acque di tutti que' fiumicelli in un solo maggiore; indirizzando perciò ogni corso di acqua a dirittura verso il mare. In ciò fare facilmente ognuno si chiarirà, qual esser dovrebbe l' ampiezza della superficie della terra necessaria per tanti fiumicelli; quali gl' impedimenti che frapporrebbero al commercio le intersecazioni moltiplicate delle strade; quali ostacoli si opporrebbero agli scoli delle campagne; e quante altre cose difficolterebbero la medesima nuova delineazione sopra una carta che non esige, nè considerazione di caduta, nè livello di piano di campagna, nè riflesso alcuno a' luoghi dov' essa maggiormente declina col pendio, o ad alcuna delle altre circostanze, che sono altrettanto necessarie, quanto bene avvertite dalla natura, nel regolare che ha fatto il corso de' fiumi; e tanto cred' io potrebbe bastare per disingannare quelli che pretendono, che la buona regola della condotta dell' acque sia d' incamminare i fiumi al mare per la linea retta, come per la più breve, su l' unico fondamento della nota proprietà del triangolo, due de' cui lati presi insieme, sono sempre maggiori del terzo; stimando essi perciò essere un errore di natura il portarsi di un fiume a scaricarsi in un altro, e per esso al mare, cioè per due linee, quando senza tale unione potrebbe per una sola linea dotata conseguentemente di maggiore declività provvederlo di alveo, e di sbocco secondo il loro credere proporzionati al bisogno.

Per fare anche meglio apparire l' artificio della natura, trasandando per ora la necessità che dipende da varj principj, secondo la diversità delle circostanze, ci daremo a spiegare, e dimostrare le utilità che risultano dall' unione di più fiumi in un sol alveo, e gli effetti ad essa susseguenti.

PROPOSIZIONE I.

Se saranno due fiumi eguali di larghezza, e profondità, ed affatto simili l' un all' altro, i quali scorrano, e sbocchino separatamente nel mare, sarà la somma delle loro larghezze maggiore di quella che avrebbero, se uniti insieme corressero dentro un sol alveo.

Siano i fiumi l' uno ABCD (*fig.* 50.), l' altro CDEF, de' quali le larghezze AC, CE siano eguali, e siano nelle altre circostanze tutte affatto simili, cioè di eguale profondità, di egual corpo d'acqua, di eguale caduta ec. e s' intenda che questi due fiumi corrano paralelli l' uno all' altro separati solamente dalla sponda comune CD, che suppongasi, per esempio, un argine: dico che la somma delle larghezze AC, CE sarà maggiore, correndo i fiumi separati, di quello sia per essere

se levato l' argine CD, s' unirà il corso del fiume AD con quello di CF.

Posciachè egli è certo, che attesa la resistenza della sponda CD, l' acqua tanto d' un fiume, che dell' altro sarà vicino ad essa impedita nel suo corso, e perciò il filone sarà v. g. in G, ed H; ma levato l' argine CD, cioè a dire tolta di mezzo la resistenza della sponda CD, si ridurranno i due filoni in un solo, che sarà in CD, come parte dell' alveo più lontana alle sponde AB, EF; sarà dunque in CD la maggiore velocità del fiume, e sarà anche maggiore di quello fosse prima in G, ed H, attesa la maggior distanza del filone CD dalle sponde; e perchè l' acqua de' due fiumi separati corre impedita dalla resistenza di quattro sponde, e quella de' medesimi uniti non patisce la resistenza, che di due sole, la quale si rende anche minore nel luogo del filone: ne segue, che quanto di velocità s' accresce all' acqua nella parte CD, tanto ne scemi vicino alle sponde AB, EF; adunque essendo l' acqua torbida, si faranno deposizoni alle ripe, e la larghezza dell' alveo AE renderassi minore. Il che ec.

In questa dimostrazione non si è considerato che il solo accrescimento di velocità, nato dalla rimozione dell' impedimento della sponda comune CD; e tanto bastava per dimostrare il ristringimento dell' alveo; ma se metterassi a confronto il profondamento maggiore, che succederà al fondo dell' alveo, tanto minore sarà la larghezza, alla quale si ridurrà il fiume unito.

La verità di questa proposizione si prova anche coll' esperienza, perchè, (1) *se si misureranno le larghezze di tutti i fiumi, che unendosi formano un fiume maggiore: si troverà* infallibilmente, *ch' esse*

---

(1) Nella visita del Pò fatta l'anno 1719 per l'affare del Reno, cominciando fin sopra lo sbocco del Tesino, si trovò la larghezza di questo in una delle sue sezioni non molto lontano dal detto sbocco di pertiche bolognesi 88, e quello del Pò in una sezione poco superiore al medesimo sbocco di pertiche 106, che sommano pertiche 194; e contuttociò in un' altra sezione del Pò alquanto di sotto alla confluenza non si ebbero di larghezza che pertiche 87, considerando sempre le sole larghezze occupate dall' acqua nello stato in cui que' fiumi si ritrovavano al tempo delle osservazioni, (come dagli atti di quella visita degli ultimi di Novembre, e de' primi di Dicembre 1719) onde la larghezza dell' alveo dei fiumi uniti non solo fu minore della somma delle larghezze di essi separati, ma eziandio minore di ciascuna delle dette larghezze prese da se sole. E sebbene per fare più esattamente simili confronti, converrebbe prendere le larghezze minime degli uni, e dell' altro, affinchè i divarj trovati non si potessero attribuire alle irregolarità delle stesse larghezze, nulladimeno la gran differenza, che qui si scorge fra quella del Pò, e del Tesino uniti, e la somma delle larghezze loro separate agevolmente fa intendere, che anco praticando una simil cautela nella scelta delle sezioni vi rimarrebbe ancora qualche diminuzione ne' fiumi uniti, secondo l' asserzione dell' autore.

insieme unite, *supereranno quella del fiume maggiore*, come nota il p. Castelli *al corol.* XI. essere stato fatto, e trovato dal Fontana nel misurare i fiumi, e i fossi che mettono foce nel Tevere, e nel paragonarli all'alveo di questo, e particolarmente all'apertura del Ponte Quattrocapi.

PROPOSIZIONE II.

I predetti due fiumi uniti, maggiormente profonderanno il loro alveo che non farebbero correndo separati.

Ciò è manifesto, perchè si è dimostrato nella proposizione antecedente, che il filone CD (*fig.* 50.) del fiume unito, correrà più veloce, che i filoni G, H de' fiumi separati; adunque, supponendo che la materia che compone il fondo, sia della medesima natura di prima, dovrà ella cedere alla velocità accresciuta, e per conseguenza l'alveo si profonderà; ma (1) profondandosi, acquisterà l'acqua maggiore altezza, e per conseguenza maggiore velocità; adunque tanto maggiormente potrà ella corrodere il fondo, ed abbassarlo; e perchè profondandosi l'alveo del fiume, e correndo l'acqua in maggior copia, e con maggiore velocità nel mezzo, di quello faceva prima, è necessario che il moto dell'acqua vicino alle sponde si ritardi, ne seguiranno per questo capo nuovi ristringimenti: e perchè quanto le sezioni d'un fiume sono più strette, tanto guadagnano in profondità; contribuirà l'angustia della sezione a rendere più profondo l'alveo, e per conseguenza tanto continuerà a profondarsi, e ristringersi il fiume, sinchè equilibrandosi la resistenza delle ripe, e del fondo colla forza dell'acqua, si stabilisca l'alveo, come si è detto *nel cap.* 5.° Saranno adunque le profondità de' fiumi uniti, maggiori di quelle de' solitarj, e disuniti. Il che ec.

(2) Per un'altra ragione devono profondarsi gli alvei de' fiumi uniti, ed è che richiedendo essi sbocco maggiore nel mare, non solo

---

(1) L'aumento della velocità, che qui si suppone andar congiunto con quello dell'altezza fa intendere, che quell'ulteriore profondamento, di cui qui si ragiona (dopo quel primo, che unicamente dipende dalla velocità accresciuta del filone del fiume) ha luogo solamente in quei casi, ne' quali la velocità cresce al crescere dell'altezza. Potrebbe per avventura nascer dubbio, che l'aumento dell'altezza potesse restituire alla sezione quella capacità che avesse perduta allo scemare della larghezza; onde essa riuscisse egualmente ampia, avvegnacchè più angusta della somma delle sezioni dei fiumi uniti, ma ciò non può succedere, perchè crescendo coll'altezza anco la velocità ogni poco d'aumento d'altezza può equivalere a molto più di larghezza perduta, onde la sezione dopo il profondamento rimarrà sempre più piccola, e dovrà anco essere più veloce.

(2) La ragione che qui si adduce dall'abbassamento dello sbocco dei fiumi uniti rispetto a quelli dei medesimi disuniti è più universale, di quella che egli

devesi esso rendere più grande in larghezza, ma ancora in profondità; ma sopra degli sbocchi più profondi disposte delle cadenti, anche egualmente, non che meno declivi, lasciano il fondo del fiume più basso; adunque i fiumi uniti richiederanno l'alvoo più profondo, non solo per la minore declività che loro compete, ma anco per la maggiore bassezza del fondo dello sbocco.

COROLLARIO I.

Dalla predetta dimostrazione evidentemente apparisce, che *le larghezze de' fiumi uniti saranno anche minori della somma de' disuniti, non solo per la mancanza delle resistenze, minori ne' primi, che ne' secondi, ma anche per la maggiore profondità, e velocità dell' acqua degli uniti.*

COROLLARIO II.

(1) È anche chiaro, che *le sezioni de' fiumi uniti saranno sempre minori della somma delle sezioni de' disuniti*, perdendosi molto più in larghezza di quello che s'acquisti in profondità; posciachè dovendo le sezioni essere reciproche alle velocità medie, e riuscendo queste maggiori col profondamento dell' alveo, ne segue, che le sezioni debbano restare minori.

COROLLARIO III.

E perchè moralmente è impossibile, che tutti i fiumi tributarj entrino in un tempo colle loro acque nell' alveo del recipiente, osservandosi, che per lo più succedono l'uno all'altro, dimodochè di già sarà passata la piena di un fiume influente, quando arriva quella di un altro; perciò *non è necessario che la sezione del fiume maggiore sia equivalente alla portata dell' acqua delle piene di tutti i fiumi influenti;* e conseguentemente *le sezioni di esse riusciranno*, anche per questo capo, *minori della somma delle sezioni degl' influenti.*

---

ha addotta finora, mentre non è ristretta, come questa alle circostanze dell'egualità perfetta di due fiumi, che insieme si uniscono. Si può anche per maggiormente confermare il profondamento dell' alveo dopo l'unione addattar quì tutto ciò che si disse dall' autore nella proposizione 2.ª del capo 5.° e ne' suoi corollarj ove generalmente mostrò, che quanto maggiore è la forza dell' acqua, e la copia di essa tanto meno sono declivi i letti dei fiumi, onde questi dopo la confluenza dell' uno coll' altro spianano maggiormente i loro alvei.

(1) Questa dottrina è coerente, con ciò che abbiamo detto poc' anzi nell' annotazione 2.ª del presente capo, e si potrebbero addurre per comprovarla diverse osservazioni tratte dalle visite del Pò, e dei suoi influenti, se l'irregolarità delle altezze, e delle larghezze permettesse di mettere i fatti in una totale evidenza.

PROPOSIZIONE III.

Ne' fiumi supposti, non solo s' escaverà il fondo del fiume unito dopo l' unione; ma ancora si profonderanno gli alvei de' fiumi confluenti avanti quell' unione.

Sia la cadente della superficie del fiume influente FB (*fig.* 51.), e quella del fiume unito, o del recipiente BC, e la profondità dello sbocco BD; e suppongasi che unito il fiume FD, con un altro simile, ed eguale, dopo la confluenza siasi profondato in BG, secondo ciò che si è dimostrato nella proposizione antecedente, disponendosi il fondo nella linea GH, la quale sarà meno declive che la ED, che si suppone la cadente del fondo che avrebbe il fiume, se da sè, senza unione di altri, sboccasse nel mare. Perchè adunque l' altezza dell' acqua nel fiume unito BG, dovrà essere maggiore che nel disunito BD, sarà la differenza DG; (1) e perchè i due fiumi che compongono il fiume unito BH, si suppongono eguali, e simili, dovrà il fondo d' ognuno di essi essere unito al fondo GH; e perciò il fondo dell' influente ED, non potrà essere mantenuto in ED, ma dovrà andare ad unirsi col punto G: e perchè le condizioni del fiume FD, richiedono la declività di ED, sarà necessario che la cadente di esso, prima del sito dell' unione, sia una linea come IG, paralella alla ED; e perciò bisognerà che il fondo ED s' abbassi in IG. Il che ec.

COROLLARIO.

E perchè gli sbocchi sono i fondamenti delle cadenti superiori ad essi, abbenchè anco il fiume influente fosse minore del recipiente, nondimeno (2) *quando lo sbocco del primo, nel secondo dovesse restare più basso, che se corresse da sè al mare, proporzionabilmente si*

---

(1) Ciò è stato dimostrato nel capo 8 alla proposizione prima §. *Ma perchè i fiumi.*

(2) Il caso che quì si figura, che facendo sboccare un fiume in un altro il fondo dello sbocco possa restar più basso, di quel che sarebbe se l' influente andasse da se solo al mare, non è impossibile, benchè lo paia a prima vista; imperocchè può darsi, che per l' unione di due fiumi talmente s' abbassi lo sbocco in mare, e con esso tutto l' alveo del recipiente, e che in oltre l' inclinazione del pelo basso di questo dopo l' unione (dal qual pelo si dee prender regola per lo sbocco dell' influente in esso) divenga sì scarsa, e che finalmente la distanza del punto dell' unione dei due fiumi dallo sbocco del recipiente in mare sia così piccola, che l' orizzonte del fondo dell' influente, stabilito che sia sotto il detto pelo basso del recipiente, riesca assolutamente più basso, di quel che riuscirebbe in mare, quando vi andasse da se solo, massimamente ove dovesse sboccare in una spiaggia di mare di poco fondo, e però incapace di lasciar profondare di molto il detto sbocco dell' influente, se egli vi entrasse.

escaverebbe il fondo del fiume influente, come si è dimostrato *nel capitolo ottavo*.

PROPOSIZIONE IV.

Supposte le medesime cose, la cadente del pelo d'acqua del fiume unito sarà sempre meno inclinata all'orizzonte, di quella del fiume disunito.

Ciò è manifesto, sì per la maggiore abbondanza dell'acqua, che in maggior quantità, sempre fa maggiore sforzo per ridursi all'equilibrio col pelo d'acqua del suo recipiente; sì per le ragioni seguenti. (1) Poichè i fiumi quando sono maggiori, hanno regolarmente maggiore larghezza di alveo, e perciò hanno minori in proporzione le resistenze; e conseguentemente in parità di circostanze maggiore velocità, alla quale susseguendo maggiore scarico, ne deriva in conseguenza minore l'altezza dell'acqua sopra la superficie del recipiente: ma disponendosi seriatamente altezze minori dallo sbocco in sù, ne nasce minore la declività della superficie; adunque i fiumi quando saranno maggiori, tanto minore avranno la declività del loro pelo: ed essendo i fiumi uniti, maggiori che i disuniti, sarà la cadente del pelo de' primi, meno declive della cadente del pelo de' secondi. Il che ec.

La seconda ragione si desume dalla minore declività del fondo ne' fiumi uniti, che ne' disuniti; i quali perciò ne' siti omologi, sono più vicini al centro della terra: ma l'acque che corrono sopra fondi più bassi, restano altresì più basse di superficie; adunque i fiumi uniti saranno più bassi di pelo; e perchè la cadente del pelo d'acqua dee regolarmente sempre andare ad unirsi col pelo del recipiente, che si suppone nell'uno, e nell'altro caso invariato; ne segue, che tirate due linee da' predetti siti omologi, ma da altezze disuguali, sarà meno declive quella che avrà il termine più basso, cioè quella che sarà propria del fiume unito.

Può alcuno dubitare se sia vero, che l'acque correnti sopra fondi più bassi, restino colla superficie anche più bassa ne' siti omologi, cioè egualmente distanti dallo sbocco; perchè quantunque sia vero il primo, può però l'aumento dell'acqua essere tanto, che richieda altezza di corpo maggiore di quello, che la medesima altezza, e velocità susseguente possa produrre di profondità nell'alveo: e certo, se si supponesse che un fiume corresse per un alveo, le cui sponde, o

(1) Intende l'autore di paragonar in questo luogo la larghezza dell'alveo commune de' fiumi uniti, con quelle di ciascuno de' due fiumi eguali, de' quali suppone fatta l'unione nel detto alveo, e però può stare, che la detta larghezza sia maggiore d'ognuna delle dette due larghezze separatamente prese, benchè di sopra abbia mostrato dover ella esser minore della loro somma.

fondo fossero molto resistenti, potrebbe darsi il caso, che la superficie dell' acqua nel fiume unito fosse più declive, che se non v' entrasse alcuno degl' influenti. (1) L' esperienza però fa vedere, che negli alvei fatti di terra, più può per escavare il fondo ogni poco di velocità aggiunta, che per elevare la superficie, la copia dell' acqua influente; e perciò sebbene l' abbondanza dell' acqua fa crescere l' altezza della sezione, l' abbassamento però del fondo supera il di lei effetto, e le piene restano più basse di superficie ne' fiumi uniti, che ne' disuniti.

Se si considera in oltre, che gli sbocchi de' fiumi dentro il mare sono impediti, e perciò bisogna che si allarghino, e si profondino più di quello che richiederebbe la quantità dell' acqua che passa per essi, non essendo impedita; facilmente si persuaderà ognuno, che crescendo l' acqua nel fiume, dovrà di molto abbassarsi il fondo dello sbocco; e per conseguenza anche il fondo del fiume; e per lo contrario, non essendo molte volte sensibile l' alzamento della superficie dell' acqua del medesimo, chiaramente si manifesta quanto prevalga l' escavazione del fondo, e la maggiore larghezza dell' alveo, all' accrescimento dell' altezza dell' acqua in una data sezione di fiume.

In prova di tutto ciò si può aggiugnere un fatto evidentissimo. Correva sul principio del secolo presente il fiume Lamone dentro il Pò di Primaro, vicino alla villa di Sant' Alberto, dal qual luogo fu divertito, e mandato a sboccare da se solo nel mare Adriatico. Quello che n' è seguito si è, che il detto fiume ha così elevato il proprio fondo, che in oggi a dirittura di Sant' Alberto, resta più alto del pelo delle piene del Pò predetto, e per conseguenza il pelo delle di lui piene riesce tanto più alto, ed ha bisogno di argini altissimi, per essere mantenuto nel suo letto. Ciò supposto, si può discorrere così: se l' acque di detto Pò di Primaro si dividessero in tanti fiumi eguali al Lamone, e si mandassero a sboccare per più alvei nel mare, certa cosa è, che in ciascheduno di essi succederebbe l' effetto medesimo ch' è succeduto al Lamone; adunque le piene di essi si vedrebbero molto più elevate di pelo, che non sono ora quelle del Pò di Primaro; e per lo contrario, se detti alvei così divisi, si tornassero a riunire nell' alveo del Pò di Primaro, non oltrepasserebbe la di lui piena il segno al quale in oggi si eleva; adunque più fiumi uniti farebbero delle piene meno alte di superficie, di quello faccia uno di loro disunito. È perciò è evidentissimo, che i fiumi uniti hanno

(1) Tale esperienza si adduce poco più sotto al §. *In prova di ciò*, parlando del Lamone, e del Pò di Primaro, e ad essa si ponno aggiugnere quelle de' fiumi maggiori paragonati ai minori, delle quali parleremo nell' annotazione seguente.

la cadente del pelo d'acqua più bassa, e meno declive di quello che l'abbiano i fiumi disuniti.

COROLLARIO I.

Lo stesso si verifica rispetto a' *fiumi maggiori*, i quali siccome sono meno declivi di fondo, così *hanno la superficie meno inclinata all' orizzonte; se si paragonino gli stati simili*, cioè o nelle massime altezze d'acqua, o nelle massime bassezze, o in istati d'acqua proporzionalmente distanti dall'uno, e dall'altro degli estremi predetti. Ciò pure è manifesto per l'esperienza, attesochè, (1) se si prenderanno due fiumi correnti al mare, l'uno e l'altro nella sua piena massima (col pendio della quale suol camminare il piano superiore degli argini) e se si livellerà, o la superficie della piena, o il piano predetto degli argini, sempre si troverà, che maggiore sarà l'inclinazione ne' fiumi minori, che ne' maggiori.

---

(1) Così appunto si trova nel Pò grande paragonato co' fiumi minori che gli scorrono quasi paralelli, e che vanno a sboccare allo stesso termine comune del mare Adriatico, per quanto si può raccorre dalla combinazione delle livellazioni fatte di questi fiumi particolarmente nell'anno 1721, e ridotte a eguali distanze dal mare.

L'argine sinistro del Pò poco sopra allo sbocco che fa in esso la fossa della Policella, cioè fra il detto sbocco, e la chiavica Barbazza, ed anco in qualche luogo più in su fin verso la chiavica di Ravano è più alto dell'argine destro del Canal bianco (il quale porta le acque del Tartaro, e del diversivo dell'Adige detto il Castagnaro, all'imboccatura della detta fossa piedi 1. 6 in circa. La distanza del detto sito del Pò dalla sua foce principale, misurata secondo l'andamento del Pò, è di miglia 32 in circa; ma quella del mentovato sito del Canal bianco, misurata secondo il corso di questo è minore per sei miglia in circa; ora nella lunghezza di sei miglia gli argini del Pò si trovano pendere più di tre piedi e mezzo, onde paragonando quel punto del Pò, che è egualmente lontano dal mare col detto punto del Canal bianco, saranno gli argini del Pò più bassi di quelli del Canal bianco due buoni piedi. Parimente il più alto segno delle piene del Pò indicato al sostegno della Cavanella, si trova più alto piedi 4. 1. 5 del segno delle piene dell'Adige indicato alla Torre nuova. La Cavanella è distante dallo sbocco del Pò miglia 12, e un quarto, ma la Torre nuova non è lontana da quello dell'Adige che miglia sei e mezzo, onde la differenza è di miglia 5, e tre quarti. Il pelo del Pò alla Cavanella è più alto del pelo del mar basso piedi 10. 10, e però se tal caduta conviene alla distanza di miglia 12, e un quarto la detta differenza di miglia 5, e tre quarti, richiederà in questo sito del Pò piedi 5. 1 in circa; e riducendo la detta altezza a una distanza dal suo sbocco eguale a quella dell'Adige dal suo, resterà la piena del Pò più bassa di quella dell'Adige un piede in circa.

COROLLARIO II.

(1) Ed essendo ciò vero anco rispetto alla cadente dell' acqua bassa, ne segue, che *le campagne molte volte potranno avere lo scolo ne' fiumi grandi, e loro sarà negato ne' minori*; e perciò giova in molti casi, per dare lo scolo alle terre, che per altro non potrebbero averlo, unire insieme più fiumi; perchè abbassandosi con ciò il fondo del fiume unito, e la di lui superficie in acqua bassa, o ordinaria, potranno le terre scolarvisi dentro.

COROLLARIO III.

E perchè (sebbene ne' fiumi influenti non si altera così considerabilmente la cadente del pelo tanto alta, che bassa) si profonda l'alveo, e conseguentemente il pelo dell'acqua bassa ec. *potranno anche negli alvei di questi, quando l' abbassamento sia sufficiente ottenere lo scolo le campagne contigue.*

COROLLARIO IV.

Similmente, perchè le piene de' fiumi influenti debbono portare la loro superficie ad unirsi con quella della piena del tronco comune

---

(1) Anche questa verità si conferma dall' esperienza del Pò, e de' fiumi predetti. Il pelo del Canal bianco all' imboccatura della fossa della Policella, si trovò nelle dette livellazioni (li 20 Marzo 1721) aver caduta di piedi cinque sopra il pelo del Pò allo sbocco della medesima fossa, con tutto che il Pò non fosse allora nella sua massima bassezza, e con tutto che il detto punto del Canal bianco (come poc' anzi si è accennato) sia per lo meno sei miglia più vicino al suo termine in mare. Era il pelo del Canal bianco più basso della sommità de' suoi argini piedi 11. 8. 8, cioè a dire in istato di gran magrezza, mentre da altre osservazioni fatte in quelle vicinanze, cioè alla chiavica del Buso di Borella li 8 Aprile 1721, si raccoglie, che quando il detto pelo è più basso degli argini piedi 11. 1. 1. non ha nel maggior fondo che piedi 2. 4 d' acqua. Così pure il pelo dell' Adige alla Torre nuova in distanza di miglia sei, e mezzo dal suo sbocco si trovò più alto di quello del Pò alla Cavanella in distanza di miglia dodici, e un quarto dalle sue foci piedi 2. 2. 3; la pendenza del pelo del Pò in miglia 5, e tre quarti, che vi sono di differenza fra le dette distanze è in quel tratto di oncie 4. 2; e però riducendo il pelo del Pò, a quel che sarebbe in sito corrispondente a quello dell' Adige riuscirebbe più basso di questo piedi 2. 6. 5. Ben è vero, cha l' Adige non era nella sua maggior bassezza, come vi era a un dipresso il Pò, onde il divario de' peli infimi di questi fiumi nei due siti che si paragonano, sarà qualche cosa di meno dei detti piedi 2. 6. 5, nè è maraviglia, che non vi si trovi che una piccola differenza in tanta vicinanza al termine comune del mare, sul quale debbono a un dipresso andarsi a spianare le linee cadenti dell' uno, e dell' altro fiume.

de' fiumi uniti, e dovendo ella avere una determinata pendenza, ne segue, che *abbassandosi la superficie della piena del fiume unito, resterà anche più bassa quella della piena del fiume influente*, e perciò non avrà bisogno di argini tanti alti, quanto richiederebbe, se dovesse portarsi da sè solo al mare.

COROLLARIO V.

E tanto meno alti si richiederanno vicino allo sbocco, e per quanto può durare il rigurgito del fiume recipiente; perchè trovandosi in questo tratto tutte le sezioni dell'alveo maggiori di quello, richiede la quantità dell'acqua che vi passa (comechè questa ha la sua velocità impedita) (1) ne segue, che la cadente della piena sarà meno inclinata in questo pezzo d'alveo, che nel restante più alto; e perciò gli argini in detta parte, si richiederanno più bassi.

COROLLARIO VI.

Potendo molte volte *incontrarsi, che l'unione di più fiumi in un alveo solo, lo scavi talmente, che la superficie delle piene non giunga*

---

(1) Torna qui a proposito metter sotto gli occhi con un piccol profilo non pure quello che si dice in questo corollario, ma tutto ciò che si è detto nel presente capo non in ordine all'abbassamento dei fiumi per la loro unione.

Sia dunque (*fig.* 82.) AB il pelo basso di un recipiente, sotto cui sbocchi alla profondità AD il fiume solitario EODA, il cui pelo in somma escrescenza sia FCA, e il fondo stabilito OED (e siano le linee del pelo, e del fondo paralelle, o come si vuole inclinate) e intendasi, che nella sezione CE del medesimo si faccia andare a sboccare un nuovo fiume. Dovrà dunque per le cose dimostrate nella proposizione 2.ª di questo capo abbassarsi nella detta sezione il fondo E, anzi tutto il letto fino allo sbocco rendersi meno declive, quanto richiede la forza dell'acqua aggiunta di nuovo al recipiente; onde posto che la linea GD abbia quella pendenza che può esigere tal forza, dovrebbe GD essere la cadente da stabilirsi del nuovo letto, se lo sbocco si mantenesse tuttavia col suo fondo nel punto D. Ma perchè secondo le cose dette al §. *Per un' altra ragione* della medesima proposizione 2.ª, il punto D si dee profondare, sia il profondamento a cui si stabilirà lo sbocco DL, onde la sezione della foce sia divenuta AL, e per essa possa smaltirsi per l'appunto tutta l'acqua dei fiumi uniti, e pieni. Tirando dunque LH paralella a DG sarà LH la linea del fondo stabilito dopo l'unione. In oltre, perchè alla proposizione 3.ª si è mostrato dovere la cadente del pelo dell'alveo comune a' fiumi uniti esser meno inclinata all'orizzonte di quella del solo fiume FA, si dovrà dopo l'unione predetta abbassare il pelo delle piene come in AI. Perchè poi nella proposizione 3.ª si è fatto vedere, che superiormente all'unione ciascuno dei due fiumi dee abbassare il suo fondo, ed uguagliarlo nel punto dell'unione, con quello dell'alveo comune, ritenendo per altro ciascuno di essi la primiera declività, tirando per H (che è il punto dell'alveo comune nella sezione della confluenza) la linea HM paralella ad EO, sarà HM la

al piano della campagna; perciò *in tal caso non sarebbe necessaria alcuna costruzione d' argini*, e si provvederebbe a tutti que' danni che portano seco le rotte de' medesimi, in somma si riceverebbero tutti que' vantaggi dall' unione, che procedono dall'avere il fiume incassato, piuttosto che arginato.

COROLLARIO VII.

Perchè *l' acque unite* corrono con maggior corpo; e perciò con maggiore profondità, e sboccano al mare con foce più ampia, più profonda, e più libera; perciò *formano porti, e si rendono navigabili per buon tratto;* al che contribuisce ancora la poca declività della superficie del fiume, che rende più facile il navigare contr' acqua. Quale utile apportino le navigazioni alle provincie, non è qui luogo di parlarne, come d'un punto assai noto; sapendosi che molte città debbono la loro origine, accrescimento, e conservazione a tale prerogativa.

Tutto ciò che sin ora si è detto, si dee intendere quando i fiumi siano stabiliti d'alveo, o portino acque torbide che possano contribuire al loro stabilimento; e perciò non è applicabile a' condotti dell'acque piovane, le superficie delle quali, o per essere chiare, o perchè gli uomini hanno l'attenzione di mantener loro scavati gli alvei a misura della necessità, regolarmente sono più basse (anche nelle loro maggiori escrescenze) delle piene de' fiumi; si dee parimente avvertire, che *quantunque tutti i predetti buoni effetti, si verifichino nel tronco del fiume unito, non è però necessario che succedano sempre negli alvei di quelli che si portano all' unione*, potendo darsi il caso, che riesca di maggior utile il portarsi un fiume da se al mare,

---

positura a cui di sopra all' unione si ridurrà coll' escavazione il primiero fondo del recipiente EO. Quindi è, che nelle parti più lontane alla confluenza il pelo delle piene del primo fiume, si dovrà abbassare come in NP (per il corollario 4.° di questa proposizione) per modo che le altezze PR, MN delle piene sopra il fondo MR, restino a un dipresso eguali a quelle che avea il fiume ne' siti corrispondenti sopra il vecchio fondo OE; ma nelle parti più vicine alla confluenza, come nel tratto del nuovo fondo RH dovrà alterarsi il pelo delle dette piene per l' impedimento del rigurgito delle nuove acque, le quali richiedendo nella prima sezione HI dei fiumi uniti una tale altezza di corpo, come a cagion d' esempio HI obbligheranno il pelo NP, che dee andare a concorrere con IA nel punto I, o non molto lungi da I a rendersi meno inclinato, che nelle parti superiori piegandosi come in PI quanto potrà bastare all'equilibrio della forza delle proprie acque, colla resistenza delle acque dei due fiumi congiunti (come si avverte nel presente corollario 5.°) rimanendo tuttavia la cadente del pelo della piena tanto del primo fiume, quanto dei fiumi uniti NPIA tutta più bassa della primiera cadente ACF, siccome il fondo MHL rimarrà tutto più basso del primo fondo OED.

che l'unirsi con un maggiore; dipendendo la determinazione del vantaggio, o svantaggio da diverse circostanze, che meritano di essere esaminate: come sono, per esempio, la situazione del fiume che si vorrebbe unire al maggiore; la condizione della campagna di mezzo, e de' scoli di essa, e la caduta, esito, e distanza della foce; poichè, se la di lui linea sino allo sbocco fosse più breve, e con caduta al mare maggiore di quella che può avere sul pelo basso del fiume, col quale si pretendesse di unirlo; egli è certo, che niun buon effetto si potrebbe sperare nell'alveo di esso; abbenchè fossero per succedere tutti gli accennati nell'alveo di quello che lo ricevesse; anche però in questo caso può succedere, che torni il conto di fare l'unione di due fiumi, come (1) se lo sbocco al mare fosse impedito, o in una spiaggia di poco fondo, e che perciò lasciasse luogo di dubitare,

(1) Non si può dubitare, che l'accrescimento di nuove acque in un fiume non possa contribuire a togliere, o a scemare quell'alzamento che potesse succeder di esso per lo prolungamento della sua linea, sboccando egli in una spiaggia di mare di poco fondo, in quanto le dette acque aggiunte debbono per le cose finora dimostrate far abbassare e lo sbocco, e tutto il letto del fiume. Solo potrebbe alcuno muover dubbio, se trattandosi di un fiume torbido aggiunto ad un altro, potesse col moltiplicarsi la materia terrestre accelerare il prolungamento predetto della linea, e con ciò peggiorar la condizione del fiume. A rimover tal dubbio sia (*fig.* 83.) AB il fondo del fiume, in cui si vuole introdurre l'altro, B il suo sbocco in mare. Si tiri l'orizzontale BC, e pongasi che il fiume AB sia atto colle sue torbide a prolungar l'alveo in un dato tempo v. g. in dieci anni per lo spazio BC, talmente che dopo tal prolungamento, e in capo al detto termine il fondo dello sbocco si debba esser protratto fino in C, e il fondo tutto del fiume trasportato in CD paralella ad AB. Venga ora introdotto nel fiume AB l'acqua di un altro fiume ancorchè torbido. Per le cose finora dette è manifesto, che quando sarà seguita la protrazione della linea fino in C (tosto, o tardi che ciò sia) il fondo dell'alveo comune non potrà trovarsi nella positura DC, ma dovrà averne presa un'altra meno inclinata, come CE qual si conviene alla maggior forza dell'acque insieme congiunte; anzi dovendosi da queste acque abbassare anco il fondo dello sbocco, come in F la vera linea su cui il nuovo fondo si troverà dopo il detto prolungamento, sarà la FG paralella a CE, la qual linea FG necessariamente taglierà il primiero fondo avanti il prolungamento in un punto O anche più vicino a B del punto I, in cui l'avrebbe tagliato la retta CE (anzi potrebbe anco tal sezione O cadere di sotto al punto B) e taglierà parimente l'orizzontale BC in qualche punto come in H. Ancorchè dunque si supponga che per la maggior copia di terra portata dal fiume aggiunto, il prolungamento della linea da B fino in C sia seguito qualche poco più sollecitamente di quei dieci anni, ne' quali si supponeva poter seguire colle deposizioni del solo primo fiume, e avanti l'introduzione delle nuove torbide, nulladimeno è manifesto, che il tratto del nuovo fondo FH resterà assolutamente più basso dell'orizzontale BC, non che dell'alveo prolungato DC, e che parimente la parte superiore del nuovo alveo OG dall'intersecazione O, al di sopra sarà anch'essa più bassa, e dell'alveo primiero AO, e molto più di quell'altro DC, che in que' dieci anni si sarebbe formato; onde in caso che il punto O cada fra I e B, non vi sarà che

che il prolungamento della linea potesse in breve togliere la necessaria caduta al fiume, o pure s'egli portandosi al mare a dirittura, dovesse passare per siti bassi, che richiedessero grand' elevazione di argini, e simili. (1) Insomma è necessario un ben pensato giudicio di tutte le circostanze, ed una ben distinta cognizione di ciò che succede all' unione de' fiumi, prima di terminare, quali siano i beneficj che ponno ricavarsi, dal mandare un fiume a sboccare nel mare, o pure in un altro maggiore.

---

il solo tratto d' alveo OH (cioè quello che scorrerà fra le nuove alluvioni dove già era mare, o pure assai vicino ad esso fino al punto H) che sia veramente più alto del tratto corrispondente OB, ma tuttavia sempre più basso di tutto il fondo DC, che in quel numero d' anni si sarebbe formato, e però niuno assoluto alzamento sarà seguito nel fiume maggiore, di quello che ne' detti dieci anni sarebbe seguito, anzi nella maggior parte de' luoghi, egli si sarà positivamente profondato, e più lungo tempo di que' dieci anni si richiederà a produrre un prolungamento tale, che il punto O, in cui il nuovo fondo stabilito dee incontrare il primiero letto AB, si avanzi all' insù nelle parti più lontano dallo sbocco, o ciò non ostante al disopra di quel punto il fiume sempre avrà guadagnato in profondità, onde maggiore sarà sempre il beneficio per la forza dell' acqua accresciuta, che il danno per la materia terrea aggiunta al fiume.

Tutto ciò si è detto nel supposto dell' autore, che il poco fondo della spiaggia dia luogo a temere prolungamento di linea. Per altro dove il mare ha fondo considerabile, non segue un tal affetto, perocchè le burrasche rimescolando le materie deposte da' fiumi le assorbiscono, e le portano in alto mare. Atteso ciò non si può supporre come pare, che alcuni vogliano che gli aumenti delle spiagge, o i prolungamenti delle linee de' fiumi siano proporzionali a' tempi, ma si dea aver riguardo alla qualità de' fondi, altrimente vedendosi talvolta prolungate le dette linee in pochi anni qualche centinaia di pertiche si dovrebbe credere, che duo mila anni fa il mare giugnesse assai più dentro terra, di quello che veramente sappiamo che egli vi giugneva.

(1) Fra le circostanze che si debbono ponderare per accertarsi se sia espediente l' unione di più fiumi, una se ne considera dall' autore nella prop. 5.ª di questo capo, ed altre ancora se ne adducono nel capo ultimo del presente trattato. Ma oltre di queste è anco da avvertire, che intanto debbono ne' fiumi uniti seguire quegli effetti di abbassamento, e del fondo, e del pelo che si sono dimostrati, in quanto alla forza delle acque di amendue, cospira a produr tali effetti; onde se questi debbono succedere, convien supporre che le acque predette in quello stato in cui hanno forza di escavare gli alvei, cioè a dire nello stato di loro piena, insieme concorrano, e confluiscano nel letto comune, che è quanto dire, che le escrescenze de' fiumi che si tratta di unire, siano (almeno in qualche grado di considerabile altezza) contemporanee, per modo che l' uno o l' altro fiume ad un tempo stesso congiunga in quell' alveo le proprie forze a produrne l' escavazione. E però malamente ragionerebbe, chi fondandosi sulla dottrina finora esposta volesse applicarla a fiumi talmente disparati, che le loro piene ordinariamente non si incontrassero ad un tempo stesso, e specialmente ove si trattasse di semplici torrenti, senza alcun aiuto d' acque perenni; imperocchè sebbene anco rispetto a questi in un caso, che si dasse di concorso simultaneo di qualche loro escrescenza comincerebbe la natura a produrre quegli effetti che si

Ecco adunque quanto bene la natura provveda, mandando i fiumi ad unirsi insieme a' molti pregiudicj che succederebbero alla loro disunione; e che di fatto sono molte volte succeduti, quando diversi accidenti hanno tenuti separati i fiumi l'uno dall'altro. Era piena la Lombardia ne' contorni di Piacenza di rami moltiplicati del Pò, e de' fiumi a lui tributarj, che la tenevano tutta ripiena di paludi; quando Emilio Scauro, riducendoli tutti in un sol tronco, bonificò quel paese, e lo rendette abitabile; e qual volta gli uomini, ingannati dall'apparenza, hanno pensato di sgravare gli alvei de' fiumi maggiori dall'acque che si credevano soverchie, o lo hanno fatto col divertire qualche fiume, o torrente solito a sboccare in esso; non hanno tardato molto a sentirne i cattivi effetti: testimonj di ciò ne ponno essere i Ravegnani, per la diversione sopraddetta del Lamone dal Pò di Primaro; e gli abitatori della Romagnola bassa, per le diversioni de' fiumi Santerno, e Senio: nè lasciano i Ferraresi di sentire gli effetti dell'alzamento del fondo, e delle piene del Pò di Primaro, seguite non solo per la rivolta di tutto il Pò grande nel ramo di Venezia; ma anco per la rimozione de' fiumi predetti dal di lui alveo.

(1) Io non intendo perciò di riprovare le risoluzioni di tutti quelli, che divertiscono acqua da' fiumi, siasi o per irrigazioni, o per condotta di canali navigabili da un luogo all'altro; perchè vi sono de' fiumi che lo permettono senza danno notabile: tali sono per lo più,

---

sono spiegati; nulladimeno difficilmente in una sola piena potrebbe compirli, e posto che li compisse, venendo poi in altri casi le piene dell'uno, senza quelle dell'altro, si potrebbe perdere tutto il guadagno fatto nel primo caso, anzi si potrebbe peggiorare di condizione a riguardo del dilatarsi, che allora dovrebbe fare la piena d'un solo fiume per una larghezza proporzionata ad amendue i fiumi uniti.

(1) Pare che l'autore in questo luogo contrapponga all'unione de' fiumi sinora da lui commendata, e mostrata vantaggiosa la diversione dell'acqua, o sia la diramazione d'un fiume in più alvei, o canali. Qui tuttavia è da ponderare, che propriamente parlando in ordine agli effetti sinora accennati all'unione di due fiumi si contrappone più tosto l'esclusione d'un influente dal suo recipiente (esemplificata poc'anzi da lui medesimo nella rimozione de' torrenti della Romagna dal Pò di Primaro) col mandarlo a sboccare ad altro termine, che la divisione di un solo fiume in più rami. La ragione è, perchè il diramare l'acqua d'un fiume non è propriamente altro che un dilatarne l'alveo, mentre facendosi un nuovo canale si viene a fare scorrere in maggior larghezza quell'acqua medesima che passava per minor larghezza, il che può bensì far alzar il fondo al punto della diramazione, gittando ivi un ridosso (come al coroll. 4.° della prop. 3.ª cap. 5.°) ma non può alzarsi il pelo superiore, mentre la maggior dilatazione che si dà all'acqua, non permette tal alzamento, anzi può per qualche tratto all'insù seguire abbassamento, e inclinazione maggiore, dilattandosi anche superiormente il fiume, e sebbene il vecchio alveo dalla diramazione in giù, dovrà anco ristrignersi, tuttavia la somma delle due larghezze sempre resterà maggiore

1.° quelli che corrono chiari; attesochè, per difetto di materia, non ponno nè elevarsi, nè ristringersi l' alveo. 2.° Quelli che corrono per campagne alte di superficie, rispetto al fondo del fiume; poichè, abbenchè questo qualche poco si elevi, tale alzamento poco o nulla pregiudica. 3.° Quelli che hanno grandissima abbondanza d' acqua, dimanierachè la parte divertita non abbia sensibile proporzione colla rimanente. 4.° Quelli che portano materia sottile, la quale non richiede molta velocità per essere portata sino allo sbocco. 5.° Quelli ch' entrano nel mare in luoghi ne' quali i flussi, e riflussi sono molto grandi; poichè l' acqua del mare, che nel tempo del flusso entra negli alvei de' fiumi, ritornando indietro nel tempo del riflusso, serve a tenere netto l' alveo dalle deposizioni; al che mi do a credere, s' appoggi la durabilità de' molti canali navigabili che si trovano nell' Olanda, e in altri luoghi.

In contrapposto de' beneficj che apporta l' unione de' fiumi, vi è qualche danno da non trasandarsi in questo luogo; poichè 1.° i fiumi uniti che sono anche i maggiori, hanno le tortuosità più grandi di giro e perciò qualunque volta si danno a corrodere una ripa, riesce più difficile, o almeno più dispendioso il difenderla, dimodochè in casi simili sovente accade, che si stimi minor danno il ritirarsi indietro con gli argini, che l' impedire con opere manufatte l' avanzamento della corrosione; questo danno però viene in parte ristorato dal fiume medesimo; perchè quanto esso leva di terreno da una parte, tanto ne aggiunge colle alluvioni dall' altra. 2.° Accadendo una rotta negli argini di un fiume grande, occuperanno le di lui acque uscite dall' alveo, più grande ampiezza di terreno, che se fosse succeduta in un fiume picciolo, e perciò potranno essere causa di danni maggiori. 3.° Queste rotte, comechè riescono di più ampia apertura, portano maggior dispendio, e molte volte più difficultà in chiuderle, secondo le circostanze. 4.° Quello che è più notabile in questo particolare, si è ciò che dà motivo alla seguente proposizione.

PROPOSIZIONE V.

Se *un fiume maggiore correrà con poca caduta, e dopo lasciato di*

---

della primiera larghezza; ma quando si devia da un recipiente un fiume solita a sboccarvi, non si fa artificialmente alcun cangiamento nella larghezza del recipiente, ma solo sottraendo in esso la forza all' acqua si obbliga egli stesso, e a ristrignersi, e ad alzarsi di fondo (come pure dee seguire nell' influente deviato) e tal alzamento si dee propagare nell' uno, e all' altro fiume anco alle parti superiori, e alterare tutta la cadente del fondo con elevarla, e con farne eziandio alzare la superficie, come dalla dottrina di sopra stabilita facilmente si raccoglie.

portare ghiara, se gli unirà un fiume che ne porti dentro il di lui alveo; sarà il fiume maggiore obbligato, o a mutar corso, o ad elevare il proprio fondo nelle parti superiori.

Poichè egli è evidente, che l'acqua d'un fiume, abbenchè mossa con velocità considerabile, non può spingere molto all'innanzi un sasso gettatovi dentro, se non ha molta caduta nel fondo dell'alveo, o particolarmente se il fondo predetto non sarà resistente. Vero è, che sul principio, e per poca quantità la forza dell'acqua scavando d'intorno al sasso il terreno, lo seppellirà in esso; ma finalmente non potendo detto sasso essere profondato all'ingiù sino al centro della terra, converrà che il primo sasso seppellito arrivi ad un sito, sotto del quale non possa passare; e perciò potranno bene sopra di esso sostentarsi altri sassi, che bastino a riempire tutto il sito sino al piano del fondo del fiume, ma non più; nel qual caso non potendo più profondarsi il sasso, nè smaltirsi lungo il corso dell'acqua, attesa la poca declività del fondo dell'alveo; converrà che entrati i sassi nell'alveo del fiume maggiore ivi si fermino, e comincino ad elevare il fondo, per formare quella pendenza all'alveo che è necessaria per impellere avanti i sassi, e le ghiare, avendo riguardo alla forza dell'acqua del fiume unito, non più a quella dell'influente; ed in questo caso, facendosi come una chiusa di sassi attraverso dell'alveo del fiume unito, converrà che la di lui acqua nella parte posteriore, si elevi di superficie, per potere sormontare col suo corpo l'impedimento de' sassi portati dal fiume influente; e restando l'acqua del fondo per causa dell'impedimento medesimo priva, o rallentata di moto, ne seguirà, che ivi si faranno delle deposizioni, e per conseguenza il fondo dell'alveo s'eleverà, tutto al contrario di quello che succederebbe, se il fiume influente portasse materia omogenea a quella che porta il fiume unito in dirittura dello sbocco; e la ragione di questa diversità si è, che nell'ultimo caso, l'unione de' fiumi accresce forza, ma non aggiunge impedimento; ma nel primo aggiunge più d'impedimento che di forza; e se accadesse, che tanta fosse la forza quanto l'impedimento accresciuto, allora non si altererebbe in conto alcuno il fondo del fiume unito.

Tale elevzione di fondo nelle parti posteriori dell'alveo, suppone una condizione difficile da ottenersi; ed è che la ripa opposta allo sbocco del fiume influente resista alla corrosione; altrimenti deponendosi il sasso dalla parte dello sbocco, e spingendosi avanti a scarpa verso la ripa opposta, lascierà il fondo maggiore della sezione dalla parte di essa ripa; alla quale perciò voltandosi il filone dell'acqua, comincierà ad aprirsi il passo verso quella parte, cagionando un giro di corrosione, per lo quale a poco a poco volterassi tutta la corrente del fiume proporzionandosi l'alveo in quel sito; al che seguirà che il fiume

influente prolungherà la sua linea, formandosi l'alveo dentro le ghiare deposte nel sito vecchio del fiume maggiore, e s' aprirà nell' alveo di esso un nuovo sbocco. E quì nuovamente si torneranno a produrre i medesimi effetti di prima, rispingendosi sempre la corrente del fiume maggiore al lato opposto, e facendo nuove corrosioni; e tutto ciò s' anderà continuando, finchè il fiume tributario, si sarà prolungata la linea, tanto che cessi dal portar ghiare nell' alveo del fiume dentro del quale dev' egli avere l' ingresso. Il che ec.

Da questo principio mi do io a credere, proceda che i fiumi reali i quali ricevono il tributo di altri fiumi minori, se corrono per pianure tengano la loro corrente lontana dalle radici de' monti; poichè siccome può essere che il Pò, per esempio abbia avuto una volta il suo corso vicino, o a gli apennini, o a gli euganei (dal che non discordono le tradizioni de' popoli, e le notizie che dello stato antico di esso s' hanno dall' istorie) così può esserne stato rispinto nella maniera predetta da' fiumi, che scendono da essi, e che allora solo abbia trovato un sito stabile, quando trovatosi quasi in mezzo della gran valle della Lombardia, s' è assicurato che non entrino nel di lui alveo sassi, e ghiare portate da' fiumi influenti; ed in fatti s' osserva, che dopo che il Pò lascia di correre in ghiara, non ne riceve più di sorte alcuna da' fiumi tributarj.

Da questa medesima causa può anche nascere la tortuosità, o piuttosto l' obbliquo, e serpeggiante corso di alcuno de' fiumi reali; poichè, come si è detto, dovendo essere rispinta da sassi la corrente di esso, sino ad essersi sufficientemente prolungata la linea del fiume influente (per esempio, essendosi rivoltato in CDE (*fig.* 52.) l' andamento del fiume reale, sino a dar luogo al necessario allungamento della linea del fiume AB sino in B, che sia l' ultimo termine delle ghiare) può darsi il caso, che il fiume GF anch' esso richieda il prolungamento GF sino al punto F, supposto esso pure l' ultimo termine della portata de' sassi; nel qual supposto è evidente, che il corso del fiume CEF non potrà passare tra F, e G, ma necessariamente dovrà essere rispinto in EF; e per la stessa ragione potrà dal fiume HI essere nuovamente rispinto in FI, dimodochè il fiume reale prenda per tali cause il corso serpeggiante CDEFI, che in questo caso non sarà un errore di natura, ma bensì un rimedio necessario a provvedere a quegli sconcerti, che senza detta tortuosità necessariamente succederebbero.

Da questa considerazione si cavano alcuni avvertimenti necessarj; il primo de' quali è, di non introdurre mai alcun fiume che corra in ghiara dentro l' alveo d' un fiume reale, che abbia il fondo arenoso o limoso. 2.° Di non abbreviare mai la linea a quei fiumi influenti, che portano il sasso assai vicino alla propria foce. 3.° Che le corrosioni

delle ripe de' fiumi reali prodotte da' sassi, portati dentro de' loro alvei da' fiumi tributarj, sono irrimediabili; ed è opera, e spesa ugualmente inutile, che dannosa al corso del fiume reale l'ostarvi. 4.° Che quando sia cosa possibile, torna più a conto, o portare più abbasso la foce del fiume influente, o allungargli la strada colle tortuosità, per fargli deporre il sasso prima dell'introduzione.

Noi abbiamo detto nel principio di questo capitolo, che molte volte l'unione de' fiumi è fatta per una necessità di natura. Ciò è manifesto in tutte le congiunture; perchè non essendo altro la natura che la combinazione delle cause operanti, senza la direzione artificiosa della mente umana; tutte le volte che più fiumi si sono uniti insieme senza opera di uomini, ciò è succeduto per virtù di cause necessariamente operanti, le quali sempre agiscono verso quella parte dove trovano maggiore facilità; e perchè come si è fatto vedere, i fiumi quanto sono maggiori, tanto più facilmente smaltiscono le proprie acque; perciò quelle che scorrono sopra la superficie della terra, si sono portate ad introdursi ne' fiumi grandi, facendo prima picciole unioni, e poi maggiori, sino al formarsi gli alvei de' fiumi reali. Tale necessità però molto più si manifesta ne' fiumi che scorrono fra le montagne, dalle radici delle quali sono sforzati i fiumi a scorrere verso una parte determinata, cioè verso quella dove si trova l'apertura di esse, che dà l'uscita al fiume medesimo; e perciò i fiumi che scorrono fra' monti, seguitano tanto nel loro corso, quanto nelle unioni, la direzione delle valli formate dalle montagne; siansi esse valli effetti del corso de' fiumi, o pure formate dalla natura prima d'essi; e perciò non si uniscono i fiumi insieme, prima che una valle non sia aperta in un'altra, se pure non vi siano condotti sotterranei, per li quali possano i fiumi avere il loro esito. Gli effetti però sono i medesimi, tanto ne' fiumi che scorrono fra le montagne, quanto in quelli che per le pianure si portano al mare; nè variano in altro se non in ciò, che i primi hanno il sito de' loro alvei più determinato, e ristretto fra le radici de' monti; ma i secondi ponno variar corso da un luogo all'altro, portandolo ora più a Levante, ora più a Ponente, e perciò pochi sono i luoghi della Lombardia, che in un tempo, o in un altro non siano stati bagnati dalle acque del Pò, di cui anche in oggi si vedono tante vestigia di alvei derelitti.

Tutto il sopraddetto appartiene principalmente agli effetti che s'osservano negli alvei de' fiumi uniti; ma per quello risguarda le alterazioni che arrivano all'acqua corrente per essi, si dee distinguere, perchè, o si parla degli sbocchi, e di ciò abbiamo trattato nel capitolo antecedente, siccome di quello che accade a' fiumi tributarj; o pure si discorre degli effetti dell'acque accomunate con quelle del recipiente, e di già abbiamo detto, che la direzione dello sbocco fa

diversi effetti; onde resta da discorrere dell'alzamento che fanno i fiumi influenti nel recipiente, il che proccureremo di fare nel seguente capitolo.

CAPITOLO DECIMO

Dell' escrescenze, e decrescenze de' fiumi, e della proporzione colla quale s' aumentano l' acque de' medesimi.

Pochi, per non dir niuno, sono i fiumi che corrano sempre colla medesima quantità di acqua, senza accrescimento, o diminuzione, se pure non sono canali regolati, ne' quali s' attemperi l'introduzione dell' acqua con diverse fabbriche, o diversivi; il che anche riesce d'una somma difficoltà, particolarmente senza una continua vigilanza, ed assistenza alle macchine regolatrici: gli altri tutti s' accrescono d' acqua per diverse cagioni. Ma qui si dee per maggiore chiarezza distinguere; perchè o si parla della quantità assoluta dell' acqua, o pure della sezione che occupa nel passaggio per un dato sito del fiume. Se si parla della *quantità assoluta dell' acqua*, non v' ha dubbio che questa *si accresce per lo maggiore vigore delle sorgenti; per la quantità delle piogge; per le nevi liquefatte; e per l' acqua de' fiumi influenti ec.* ma se si discorre dell' area della sezione che occupa, oltre le predette cagioni, può concorrervi *il ristagno del mare*, o *de' fiumi maggiori;* ed anche sebbene insensibilmente *la forza del vento* contrario alla corrente; *il ristringimento dell' alveo;* e generalmente *tutti gl' impedimenti inferiori* che levano la velocità al corso del fiume.

L' accrescimento d' acqua ne' fiumi per causa delle sorgenti più abbondanti, rare volte è repentino, ma per l' ordinario si fa gradatamente, e per lunghi intervalli di tempo; non così quello ch' è prodotto dalle *piogge*, e dalle *nevi* liquefatte, le quali *fanno crescere ad un tratto i fiumi minori,* abbenchè (di rado incontrandosi che i fiumi influenti s' accrescono tutti in un tempo) non procedano a proporzione le piene de' fiumi maggiori. Questi se hanno lungo tratto, *ponno aumentarsi d' acqua nelle parti più vicine allo sbocco, senz' alterarsi nelle più lontane;* perchè può darsi il caso che l' acqua delle piogge faccia crescere un fiume influente inferiore, e che non piovendo nell' istesso tempo in quel tratto di paese che tramanda le sue acque ad un altro superiore, questo non si alteri dal suo stato ordinario; siccome può anche succedere che cresca il fiume nelle parti superiori, e non riceva motivi d' accrescimento da' fiumi inferiori; ma non *perciò saranno esenti dall' escrescenza le parti più basse dell' alveo.* Ciò d' ordinario succede nella liquefazione delle nevi, la

quale facendosi ne' monti più alti solo l'estate, e soffiando il sirocco, i fiumi inferiori che d'ordinario nascono dalle montagne più basse, nelle quali si disfanno più presto le nevi non ponno a quel tempo per mancanza di queste aumentarsi; ed ordinariamente non succedendo l'estate piogge tali da far correre i fiumi gonfj, nè meno per causa di queste possono, moralmente parlando, venire le piene a' fiumi inferiori. Quindi è, che attemperandosi l'accrescimento d'una causa, col difetto d'un'altra, ha ciascun fiume, siccome tutte l'altre cose, così il suo massimo stato che non può eccedere naturalmente, cioè a dire i limiti del suo alzamento; ed abbenchè non sia impossibile l'unione di tutte le cause, e l'accrescimento della loro energia, nulladimeno *sunt certi denique fines*, i quali trasgredendosi, succederebbero diluvj irreparabili, come quando s'aprirono le cateratte del cielo, e gli abissi della terra. Resti dunque determinato, che *ogni fiume ha il suo termine d'altezza, oltre il quale non passano le di lui piene maggiori*, ed al quale devono essere superiori le ripe, e gli argini del fiume, acciocchè non succedano innondazioni.

Non è perciò maraviglia, se *le piene de' fiumi minori durano meno di quelle de' maggiori*; perchè accrescendosi i primi per le escrescenze degl'influenti che hanno gli sbocchi in poca distanza l'uno dall'altro, corre poco divario dall'entrata di uno, all'entrata dell'altro, e richiedendosi poco spazio di tempo, per la brevità del cammino, allo scarico dell'acqua introdotta in essi; al cessare della causa produttrice della piena, cessa altresì poco dopo la medesima; ma ne' fiumi maggiori, quando anche le cause operanti concorressero tutte in un tempo, i fiumi inferiori più presto si scaricherebbero; dimodochè al sopravvenire della piena cagionata dall'influsso de' fiumi più alti, quelli avrebbero di già smaltite le proprie acque, e perciò non aggiungerebbero più dell'ordinario al fiume maggiore; ond'è, che frequentemente s'osserva, che *al cessare della piena dell'ultimo influente, sopravviene quella dell'altro immediatamente superiore*, e mantiene nel fiume recipiente quell'accrescimento, che non può essere effetto dell'influente inferiore, e così procedendo successivamente, chiaramente si vede, che tanto dee durare la piena, quanto basta per dare scarico a tutti i fiumi, che debbono tramandare le loro acque al mare in diverse distanze da esso.

Molto *più durano le piene fatte dal disfacimento delle nevi*, richiedendo queste lungo tempo al loro intero consumo, particolarmente se esso dee succedere a forza di sole, che non opera ugualmente in tutte le parti delle montagne che hanno le loro facce esposte più, o meno a' raggi di esso; o pure opposte a' medesimi, e sono per lo più tali che non ricevono il di lui calore, che dopo molte ore del giorno e lo perdono molte ore prima della sera; quindi è, che *durando lungo*

tempo lo scioglimento delle nevi, durano a proporzione le piene de' fiumi, le quali siccome non arrivano al mare il primo momento che le nevi cominciano a disfarsi, ma addimandano lo spazio talvolta di molti giorni, ne' fiumi di lungo tratto; così non cessano immediatamente, dopo il totale consumo delle medesime, ma continuano qualche giorno dopo, quanto cioè ricerca l'acqua per arrivare al mare per lo tratto dell' alveo nel quale corrono. Da ciò si toglie la maraviglia che ostentano alcuni, nel veder venire talvolta le piene de' fiumi a ciel sereno, e senza pioggia veruna, per ispiegare il quale effetto, hanno indotte cause occulte, riccorrendo agl' influssi delle stelle, ed alle cause universali.

Succede anche talvolta, che *ne' siti alti d' un fiume venga una piena considerabile, e nelle parti inferiori non porta motivo di farvi sopra alcuna riflessione* tanto riesce ella moderata; ciò succede, se la piena è fatta da' soli fiumi influenti superiori, perchè ne' proprj alvei, e nel tronco comune, può darsi il caso che formino una sezione assai alta, ma arrivando ne' siti dell' alveo più dilatato, e non occupato in quel tempo dalle piene de' fiumi inferiori, è necessario, che per la larghezza della sezione, s' abbassi la superficie dell' acqua, e perciò non renda considerabile la piena. Ne' fiumi temporanei s' accoppia alla predetta un' altra causa dell' effetto medesimo, ed è, che incontrandosi dopo una gran siccità, che il fiume s' accresca d' acqua, una parte di questo può essere imbevuta dal fondo, e dalle sponde dell' alveo, e fare l' effetto medesimo, che alle volte fanno le voragini incontrate per istrada da' fiumi; bisogna però che l' acqua imbevuta dal terreno, abbia qualche manifesta proporzione a quella che resta, acciò succeda l' effetto sensibile, che perciò non può osservarsi che ne' fiumi piccoli, e nelle piene di poca durata.

Quando un fiume entra a correre nell' alveo d' un altro, se questo avrà il fondo, e le sponde stabilite, e proporzionate all' acqua di tutti gli altri fiumi che dentro vi mettono, non v' è dubbio, che *farà crescere l' altezza della di lui acqua più, o meno, secondo lo stato in che lo troverà*. È regola universale, ch' (1) *entrando i fiumi influenti in acqua bassa del recipiente, accrescono l' altezza di questo, più che non fanno in acqua alta*, inmanierachè il minimo accrescimento

(1) Questa verità viene comprovata dalla comune sperienza almeno ne' tratti de' fiumi assai lontani dalle loro origini; ed è quella che hà servito di fondamento alla maggior parte degli scrittori di questa materia a riconoscere, che le velocità de' fiumi hanno per lo più qualche connessione, e dipendenza dalle altezze correnti delle loro sezioni, comecchè abbiano poi variato nello stabilirne le leggi. In fatti non è così facile lo spiegare un tal fenomeno, supponendo che le velocità dipendano dalla sola discesa dall' origine o reale, o equivalente.

succede nelle piene più grandi del recipiente; e ciò supposta la medesima quantità della piena dell' influente; quindi è, che *a stimare gli alzamenti che fa un fiume in un altro, è necessario considerare lo stato di quello che lo riceve:* similmente *se un fiume influente entrerà colla sua piena torbida in acqua bassa del recipiente, farà interrimenti nell' alveo di questo*, si nel fondo, che nelle spiagge; ma tali interrimenti, siccome si fanno nel proprio alveo da ciascun fiume, per causa delle piene minori, e nelle maggiori si consumano, così al sopravvenire d' una piena più grande nel recipiente tutti gli interrimenti fatti dalla piena dell' influente, immediatamente si levano nell' atto di crescere ch' ella fa successivamente; onde non è buon argomento per determinare se un fiume interrisca l' alveo di un altro, quello che si fonda sopra l' osservazione degli effetti delle piene dell' influente. Per altro tali interrimenti non s' osservano quando il fiume influente entra in acqua alta del recipiente, se l' altezza sia viva, e non indebolita dal ristagno del mare, o altro.

(1) *Entrando un influente pieno in un recipiente basso*, e cagionandovi, come si è detto altezza considerabile, non solo si volterà verso il mare, ma *può darsi il caso che rigurgiti all' insù per l' alveo del recipiente, sin dove arriva l' orizzontale dell' altezza da lui fatta*, ciò però sarà vero, quando o il recipiente non avesse acqua di sorte alcuna, o pure così poca, che non potesse superare colla sua acqua, sopravvegnente nel tempo dell' alzamento, il rigurgito dell' influente; ed in questo caso, abbenchè nella parte inferiore succedano interrimenti, non però si faranno nella parte superiore; perchè l' acqua del recipiente ristagnata, obbligherà tutta la torbida a voltarsi all' ingiù; ma per altro, non potendo essa impedire il rigurgito, s' interrirà l' alveo anche nelle parti superiori, che però tornerà al suo essere primiero sopravvenendo la piena del recipiente. Quest' effetto s' osserva nel Pò di Primaro allo sbocco del Santerno, le piene del quale anticipando, di molte ore, quelle degli altri fiumi superiori (trattenuti di più, e ritardati dallo svagamento che hanno per le paludi) rigurgitano per l' alveo del Pò predetto per molte miglia, correndo all' insù quando trovino le acque basse, ed interrendo l' alveo del medesimo; ma venendo le piene in acqua alta, non si fa rigurgito di sorte alcuna, e facendosi picciolo l' alzamento del pelo del recipiente, nel sito

(1) Non si può dubitare, che l' influente non faccia qualche resistenza all' acqua superiore del recipiente, e che per conseguenza non si osservino anco in ciò le regole de' rigurgiti da noi accennate (nel miglior modo che ci è stato possibile) nelle annotazioni al capo 8.°, dovendosi riguardare il tratto superiore del recipiente come un influente, e l' alveo comune a due fiumi come il recipiente di esso. E però ci rimettiamo a quel poco che ivi si è detto.

dell' introduzione, (1) poco anche, o niuno è il ristagno, e l' elevazione dell' acqua del recipiente nelle parti superiori: che perciò sempre si rende minore, quanto più si scosta dallo sbocco, sino a farsi insensibile in poco spazio.

La medesima diminuzione d' altezza di pelo d' acqua, si fa nell' alveo del recipiente alla parte superiore dello sbocco; perchè andando la cadente del pelo dell' acqua bassa ad unirsi colla superficie del mare, ed il simile dovendo fare la cadente del pelo della piena, è necessario che la distanza di queste due linee concorrenti (le quali ogni ragion vuole, che siano congeneri, e simili) si faccia minore, quanto più si avvicinano al punto del concorso, cioè alla foce; e perciò (2) *l' altezza aggiunta dalla piena sopra il pelo del recipiente*, è

---

(1) Questo è appunto ciò che seguendo le dottrine dell' autore, abbiamo mostrato nell' annotazione ultima del capo ottavo, cioè che il pelo del fiume sostenuto dal rigurgito è meno inclinato, di quello che sarebbe senza il rigurgito; e tal verità fu posta in un' intera evidenza, rispetto al rigurgito che soffre il Pò da' suoi influenti nella visita di questo fiume, e specialmente in quella del 1719, e 1720 per le asserzioni concordi di un gran numero di abitanti lungo il medesimo.

Nè qui si vuol lasciare di notar di passaggio, che rispetto all' altro rigurgito che dal recipiente soffrono gl' influenti, il qual effetto è assai più sensibile del primo, la medesima diminuzione della pendenza del pelo sostenuto dal rigurgito nelle dette visite fu comprovata con immediate misure prese in più luoghi. Così nel fiume Tesino il pelo alto della piena del Pò del 1705. secondo i segni che ne furono indicati, si trovò aver rigurgitato presso la città di Pavia in altezza di piedi 10. 8. 6 sopra il pelo corrente del medesimo Tesino dei 30 novembre 1719, laddove alla casa Torti (luogo inferiore al detto sito, e non lontano dalla confluenza del Tesino col Pò) lo stesso rigurgito si alzò sopra il medesimo pelo dei 30 novembre piedi 11. 5. 6. Parimente nell' Ollio il rigurgito dell' escrescenze del Pò del 1719 al palazzo Gardani (che non è guari superiore allo sbocco in Pò) fu alto sopra il pelo dell' Ollio dei 29 dicembre piedi 16. 8. 8, laddove alla chiavica della Bocca posta in sito più alto, la detta altezza fu solamente piedi 13. 2. 9. Così pure nel Mincio l'alzamento della piena del Pò del 1719 sopra il pelo di quel fiume, nello stato in cui era fra i 13, e i 20 gennaio (nel qual tempo non si alterò sensibilmente) fu minore a Mantova, che alla Virgiliana piedi 1. 8. 6, minore alla Virgiliana, che a Governolo p. 1. 2. 2, e minore a Governolo, che allo sbocco p. 0. 6. 10. E nella Secchia l' altezza del rigurgito della stessa fiumana di Pò accaduta del 1719 sopra il pelo della Secchia degli 8, e 9 gennaio 1720, fu maggiore alla chiavica di Codevico, che a quella di Madama p. 1. 11. 5, e a questa più che all' altra detta della Pietra p. 1. 2. 0, cioè a dire sempre minore a misura, che le osservazioni se ne facevano in parti più lontane dagli sbocchi degl' influenti, entro i quali era seguito il rigurgito di quella piena.

(2) Questa diminuzione dee essere assai sensibile in quelle parti dell' alveo, nelle quali il fiume tuttavia si va accelerando, e perciò la superficie si va accostando al fondo (come presso le origini dei fiumi) e in quelle ancora nelle quali se ne accelera almeno la superficie, prendendo qualche considerabile inclinazione, come abbiamo detto, che di nuovo succede nell' accostarsi del fiume allo sbocco,

maggiore in faccia allo sbocco, e poi sempre si fa minore quanto più la piena s' accosta al mare; e conseguentemente non vi è necessario tanto di ripa, o d' argine per contenerla.

Le piene maggiori dell' istesso fiume, osservate nell' istesso sito, *sono sempre più veloci delle minori;* e se qualche volta si vede il contrario, ciò è segno, che la piena non è veramente maggiore, benchè tale apparisca, a causa de' ristagni inferiori; posciachè (1) *il segno della grandezza reale delle piene non è l' altezza sola dell' acqua*, ma piuttosto la velocità, e l' inclinazione maggiore del pelo della medesima; mentre è certo, che restando la superficie del mare sempre nello stato medesimo, allora potranno ben dedursi le piene maggiori

---

e specialmente in acqua bassa del recipiente. Per altro in que' tratti, ne' quali secondo la dottrina dell' autore, i fiumi camminano senza accelerarsi sensibilmente per la discesa, e per conseguenza portano la superficie come paralella al fondo (come si è detto nell' annotazione 12 del capo 4) la detta diminuzione dell' altezza aggiunta dall' influente sopra il recipiente nelle sue ipotesi appena dee esser sensibile; e in fatti nelle regole che egli dà appresso di dedurre la proporzione delle acque di duo fiumi dalla sola larghezza, ed altezza corrente di ciascuno di essi, viene tacitamente a supporre che sia indifferente prender la misura di tal altezza in qualunque sezione (purchè dentro i limiti dei tratti predetti) e però riguarda la detta altezza come uniforme, e il pelo alto come paralello al fondo, e al pelo basso; nè da tale equidistanza pare che debba sensibilmente distogliersi per l' ingresso dell' acqua di un solo fiume, quando non se ne distoglie per tutto quell' accrescimento che vi è dalla massima bassezza fino al segno delle sue piene.

L' esperienza comprova questo discorso nel Reno; la cui altezza in tempo di piena di sotto allo sbocco dell' ultimo influente, che è la Sammoggia, per fino verso Vigarano, che è un tratto di 14 miglia si mantione (quanto comportano le irregolarità delle larghezze in alcuni siti) assai costantemente di piedi undici sopra il fondo a cui è paralello il pelo basso. Parimente nel Pò dallo sbocco del Mincio, ultimo degl' influenti perenni, fino verso la Stellata il pelo delle piene non ha che assai poca convergenza verso il pelo basso, e può prendersi come equidistante ad esso, avvegnachè di sotto alla Stellata cominci poi a rendersi sensibile l' accostamento dell' uno all' altro per la chiamata degli sbocchi.

(1) Non v' ha dubbio, che l' accrescimento di velocità in un fiume, o piuttosto in una determinata sezione d' un fiume non indichi accrescimento d' acqua, e grandezza reale della piena, eccettuandone solamente quelle sezioni che sono tenute in collo dal rigurgito del recipiente, mentre se questo venisse a scemare d' altezza, dovrebbe nell' influente crescer la velocità almeno in superficie senza alcun aumento d' acqua.

Rispetto poi all' indicio dedotto dall' accrescimento dell' inclinazione del pelo, questo effetto non è gran fatto sensibile, come nell' antecedente annotazione si è veduto in que' tratti, ne' quali il fiume cammina in ogni stato colla medesima inclinazione, cioè paralello al fondo (benchè in rigore ivi ancora debba aver qualche poco di convergenza) e si debbono parimente eccettuare le parti vicine agli sbocchi, ove l' inclinazione può crescere per lo solo calare del recipiente.

dalla maggiore altezza, che però sarà sempre congiunta con maggiore velocità, ed altresì con maggiore inclinazione di superficie; ma *crescendo l' altezza dell' acqua per lo ristagno del mare, e non crescendo la piena, allora la velocità si ritarda*, e la superficie dell' acqua si rende meno declive. Non devono perciò annoverarsi tra le piene tutti gli alzamenti dell' acqua; mentre questi possono essere effetti anco degl' impedimenti inferiori.

Abbiamo detto di sopra *essere proprio de' fiumi maggiori, l' avere le piene di più lunga durata*, e ne abbiamo assegnata la causa che è il diverso tempo dell' introduzione de' fiumi influenti colle loro piene nell'alveo comune; e la medesima ci fa conoscere, che *i fiumi maggiori non passano dallo stato basso al maggior segno della piena con quella celerità che fanno i fiumi minori*, attesa la differenza maggiore del tempo, che intercede tra l' arrivo d' un fiume influente, e quello di un altro, il quale ne' minori, e ne' torrenti, è poco meno che contemporaneo; e perciò particolarmente gli ultimi arrivano colle piene così improvvisamente, che non danno tempo molte volte a' passaggieri, i quali s' incontrano a passarli a guado di porsi in salvo; ma v' è ben un' altra anche più potente ragione, cioè che *aumentandosi* successivamente *i fiumi con uguale quantità d' acqua somministrata in tempi eguali, non s' accrescono ugualmente in altezza;* ma maggiori sono sempre gli alzamenti sul principio, che sul fine, in maniera che un palmo di elevazione aggiunta ad un fiume già gonfio d' acqua, può essere effetto di una causa tre, o quattro volte maggiore di quella che può accrescere all' acqua bassa due, o tre palmi di altezza; quindi è che le piene sul principio si vedono crescere più sollecitamente; e perciò un fiume che s' alzi nelle piene, sette o otto piedi, arriverà al suo colmo in poche ore; ed un altro, le cui escrescenze s' elevino a quindici, o sedici piedi, stenterà ad arrivarvi in molte giornate.

Colla medesima proporzione dell' accrescimento, succede il decrescimento de' fiumi; posciachè quelli che crescono poco, e sollecitamente nelle piene, anche presto si sgonfiano; ma gli altri che spendono molto tempo per arrivare al sommo della piena, durano più a mantenersi in tale stato; perchè siccome l' accrescimento di molt' acqua in un fiume pieno, non fa che una picciola elevazione, così la detrazione di altrettanta, non fa che un simile abbassamento.

Sono più frequenti le piene maggiori in un fiume minore, che in un maggiore; e la ragione si è, ch' è più facile l' incontro di poche cause in operare, ciascheduna nel suo sommo vigore, di quello sia l' unione di molte; onde dipendendo le piene massime de' fiumi grandi dal concorso di più fiumi influenti, è difficile che s' incontrino tutti a portare successivamente, ed in tempo proporzionato le loro piene nell' alveo del recipiente; siccome è difficile che le piogge s' incontrino

a cadere, e le nevi a disfarsi in un tempo medesimo, in tutti i luoghi d' un paese vastissimo, e molte volte di clima differente, come è quello che occupa il corso d' un fiume reale: all' incontro in un fiume picciolo, che comincia, e finisce in una provincia, è facile l' unire due, o tre fiumi influenti a crescere nell' istesso tempo; e perciò a cagionare una piena anche massima nel recipiente.

Hanno i fiumi certi tempi determinati, ne' quali per lo più succedono le maggiori escrescenze di tutto l' anno; poichè altri si gonfiano la primavera, e l' autunno, altri restando bassi tutto il resto dell' anno, s' accrescono solo l' estate; e ciò dipende dalle cause delle piene maggiori, operanti più in un tempo, che in un altro; posciachè *quelli, che s' ingrossano per lo disfacimento delle nevi, hanno le loro piene a quel tempo che regnano gli sirocchi, o altri venti caldi,* che in questo nostro clima succede qualche volta l' inverno, ma per lo più ne' mesi di marzo, e di aprile; ma ne' luoghi più alti non bastando lo sirocco, e richiedendosi accoppiato il fomento de' raggi solari, si prolunga la liquefazione delle nevi, a' mesi di maggio, e di giugno. *I fiumi* poi *che si gonfiano per le piogge, hanno le loro massime piene l' autunno;* perchè a quel tempo cominciano le piogge più frequenti, e durevoli. *I torrenti di poco corso si vedono più gonfi l' estate, e nella primavera;* quando cioè, per cagione de' temporali cadono le piogge più impetuose, ed abbondanti, abbenchè di minore durata; e non sarà difficile a chi si sia, considerando la cagione delle piene, ed il tempo nel quale dette cause si rendono più efficaci il dedurre anche in qual tempo succedano le massime piene d' un fiume.

Molti fiumi però *hanno dell' escrescenze sregolate, delle quali non si vede alcuna manifesta cagione;* ponno però procedere da cause meno cognite, siasi o perchè rendasi difficile l' indagarle, o pure perchè la lontananza del luogo dov' esse operano, induca un' ignoranza, che gli uomini non curano di levarsi, col disagio de' viaggi; tali sono le innondazioni del Nilo, del Tevere, e d' altri fiumi, delle cause delle quali vanno anche in traccia i filosofi, e gli architetti delle acque, senza averle potute sinora accertare. Generalmente perciò pare che non possa crescere l' altezza dell' acqua in un fiume, se o non s' accresce il di lei corpo, o non si scema la velocità; onde per dire qualche cosa nel particolare di dette innondazioni, sarà bene discorrere sopra l' uno, e l' altro di questi capi.

L' accrescimento del corpo d' acqua si fà, o perchè le fontane ne somministrino in maggiore abbondanza; o perchè le piogge discendano più furiose; o perchè le nevi siano più copiose; o perchè le medesime si disfacciano con maggiore celerità. Queste ultime cause si rendono patenti per osservazione immediata; poichè ognuno può bene giudicare della quantità della pioggia, dell' altezza delle nevi, e della prestezza

del loro scioglimento; può anche conoscere l'abbondanza delle sorgenti, quando queste sono manifeste, come quelle che danno l'origine a' fiumi; ma perchè ve ne ponno essere anche di quelle che siano ignote, *può darsi il caso, che senza disfacimento di nevi, senza pioggia, senza aumento d' acqua alle sorgenti del fiume, il di lui corpo s' accresca*. Ognuno che sia versato nella osservazione de' fiumi, o pratico delle storie di essi, sa trovarsi alcuna volta negli alvei de' medesimi delle voragini, alcuna delle quali assorbisce l' acqua di essi, e fa scemarla, ed alcun' altra ne somministra loro della nuova, e fa accrescerla: di queste voragini se ne trovano anche nel mare, ed è famosa quella di Norvegia, che sei ore riceve l' acqua, e sei altre la rigetta; così la cariddi di Sicilia ec. e tra quelle de' fiumi si annoverano quelle del Danubio, alcune delle quali ingoiano, ed altre vomitano l' acqua; e se non altro si trovano nella superficie della terra delle aperture, che ricevono tutta l' acqua di fiumi grandi, ed altre dalle quali scaturiscono fiumi interi; perciò può darsi il caso, che nell' alveo di qualche fiume, sempre coperto dall' acqua, o nel fondo di qualche lago vi sia alcuna di queste voragini, la quale per la maggior parte del tempo, assorbendo le acque (e perciò mantenendole sempre basse) cessi per qualche giorno dal suo solito ufficio, e cagioni piene non prevedute: o piuttosto che dalla medesima scaturisca un' abbondanza di acqua così grande, ed insolita, che aumentando quelle del fiume, le obblighi a gonfiarsi straordinariamente.

Io non ardisco di asserire, che la causa delle innondazioni del Tevere sia di questa natura; ma quando sussista ciò che vien riferito da qualche autore, cioè essere accadute innondazioni spaventose a ciel sereno in calma di mare, senza venti, e senza nevi alle montagne; crederei giusto il motivo di dubitare, che le sorgenti, o coperte, o scoperte ne fossero stata la causa, e che tornasse a conto l' accertarsi, se nell' alveo, o del Tevere, o de' tributarj di esso, vi sia alcuna voragine di tal natura. Egli è certo, che nell' alveo de' fiumi che sono assai profondi, si manifestano sorgive; e di fatto in tempo d' acque basse, si vedono grondare dalle ripe de' fiumi debolissime scaturigini d' acqua; ma di queste, in caso simile non se ne tien conto veruno; siccome non si fa caso del consumo dell' acqua che succede, come si è detto ne' temporanei, quando venendo le piene, e trovando l' alveo asciutto, una parte dell' acqua resta imbevuta dalla siccità della terra, che l' attrae anco molto da lontano, e perciò alle prime piene dell' autunno si vedono ravvivare le vene de' pozzi, e le sorgive delle campagne; sono però queste apparenze nient' altro, che un picciolo modello di ciò che operano gli assorbimenti più grandi, e le sorgenti più gagliarde esistenti ne' letti de' fiumi. Si potrebbero addurre molte cagioni, per le quali le predette voragini ponno non

operar sempre nella stessa maniera, o assorbendo, o rigettando l'acqua; ma perchè questo non è il principale oggetto di questo trattato, tralasciando di far ciò, passeremo a considerare l' accrescimento dell' altezza dell' acqua per la diminuzione della velocità.

Le cause che ritardano la velocità de' fiumi, sono l' elevazione del pelo del recipiente; la direzione del moto di esso, opposta a quella del filone dell' influente, il vento contrario; il ristringimento dell' alveo; e tutti gl' impedimenti inferiori. Dell' ellevazione del pelo del recipiente, e della direzione opposta allo sbocco, abbiamo parlato abbastanza trattando delle foci; e perciò tralascieremo di discorrerne qui. Rispetto alla forza del vento, questa dee considerarsi in due stati; perchè, o ella s' esercita per una linea paralella all' orizzonte; *ed allora poco toglie di velocità all' acque del fiume*, potendo al più ritardare quella sola ch' è nella superficie; e perciò non mai si vede, che il vento cagioni elevazione sensibile nell' acque correnti, ma solo un certo increspamento che fa credere a' poco pratici, che il fiume corra all' insù, attribuendo essi a tutta l' acqua quel moto che vedono nell' alzamento successivo dell' onde: ovvero la direzione del vento è inclinata al piano orizzontale, e *non v' ha dubbio, che secondo la diversa inclinazione, e la forza ch' ha in essa, non possa produrre effetto più manifesto*, facendo l' onda del fiume più elevata; ed in ciò forse consiste tutto l' alzamento che può fare la direzione, e la forza del vento; ma perchè *il vento più inclinato all' orizzonte*, meno si oppone alla corrente; perciò anco *meno opera in ritardarla, almeno nelle parti inferiori*, le quali si sa per prova anche ne' mari più burrascosi, non risentire il moto delle tempeste; anzi vi è, chi crede portarsi la parte inferiore dell' onde, con moto contrario a quello del vento. Quindi è, che *per cause delle grandi innondazioni de' fiumi, non ponno accusarsi i venti*, se non quanto fanno elevare la superficie del mare, dentro il quale devono avere i fiumi l' ingresso. Finalmente il ristringimento dell' alveo, e gli altri impedimenti inferiori, o sono perpetui; ed in tal caso operano anche fuori del tempo delle piene; o pure sono accidentali, e temporanei; e rade volte s' incontrerà, che siano di tal forza che possano fare elevare notabilmente l' acque del fiume, ed in ogni caso è da considerarsi la loro qualità, per potere adeguatamente discorrerne.

Abbiamo di sopra addotto per regola, che le piene de' fiumi escavino il loro letto, quando si trova interrito dalle piene minori, o da altra cagione; tale proposizione però si dee intendere in termini abili; perchè *si danno de' casi*, tutto che accidentali, *ne' quali le piene maggiori fanno delle deposizioni nel loro letto*, che non sono fatte da altre minori. Per esempio, una piena mezzana d' un fiume che sgorghi nel mare in tempo della di lui somma bassezza, potrà, o

profondarsi il letto, o pure mantenerselo espurgato, il che non farà una piena maggiore che trovi il mare burrascoso; mentre ritardato il moto alle di lei acque, si deporrà nel fondo la materia più pesante; la quale cessando il ristagno, e continuando la piena, o sopravvenendone un'altra, di nuovo si solleverà, e sarà portata al suo termine. La diversità parimente delle direzioni che hanno le acque di un fiume, durante una piena maggiore (che nel diminuirsi di essa, riducendosi l'acqua ad un solo filone, si toglie) è cagione che nelle piene più grandi, contrastando una direzione coll'altra, e per conseguenza rallentandosi il moto, si deponga qualche materia arenosa; ma cessando il contrasto predetto delle direzioni, e perciò obbedendo l'acqua ad una sola di esse, riacquista il moto, che prima avea perduto, e la materia deposta, di nuovo viene incorporata all'acqua, e portata altrove.

Lo stesso accade al cessare repentino dell'abbondanza dell'acqua che forma la piena, perchè essendo dalla violenza precedente rapita qualche materia pesante, e portata a seconda del fiume, mancando d'improvviso la forza che la sosteneva, cade in un tratto al fondo, e cagiona dossi, l'elevazione de' quali sopra il piano del fiume porta seco un'inclinazione di superficie, molte volte maggiore di quella, che può sostenere la corrente dell'acqua bassa senza corrosione; e perciò non rare volte s'osserva essere corroso il fondo del fiume, o piuttosto riportate via dall'acqua bassa dopo la piena le deposizioni fatte nel tempo di essa. I rialzi fatti in tempo di piene dal fondo alla superficie, e che cessano sminuendosi la velocità dell' acqua, (siansi essi prodotti, o da impedimenti sollevati sopra il piano del fiume, o da' gorghi che rivomitino l'acqua per una direzione inclinata all'orizzonte) fanno gli effetti stessi, che il contrasto delle direzioni moltiplicate; e perciò anche in questo caso ponno succedere delle deposizioni, le quali nel cessare della piena, di nuovo si tolgano. Da queste osservazioni sono stati persuasi alcuni, che i fiumi torbidi interriscano tanto più, quanto sono maggiori, e che i fiumi chiari sempre scavino; ma da ciò che abbiamo detto circa lo stabilimento degli alvei, chiaramente apparisce, che questi sono effetti di cause accidentali, e che le deposizioni, e l'escavazioni nascono da altro principio, che dalla torbidezza, non bastando la presenza della causa materiale, ma ricercandosi di più l'efficiente per produrre un effetto.

Tra gli effetti delle piene si contano le corrosioni delle ripe, e degli argini, e le rotte de' medesimi. Della generazione delle prime abbiamo detto, quanto occorreva *nel cap.* 6. solo si dee avvertire, che le corrosioni non sono un effetto derivante da' soli moti, e direzioni del fiume; ma molte volte vi concorre la gravità della terra, la quale privata del suo fondamento nelle parti più basse della ripa,

supera col suo peso l'aderenza delle proprie parti, e staccandosi dal restante, cade nel gorgo sottoposto, nel qual luogo macerata dal continuo corso del fiume, si scioglie in picciole particelle, ed incorporata all'acqua, viene portata altrove; quindi è, che nel maggior vigor delle piene scalzandosi il piede delle sponde, si toglie il sostegno inferiore alla terra; ma essendovene uno laterale, cioè l'altezza dell'acqua che fa spinta contro *la ripa,* e tiene in qualche modo unite le parti della terra, questa *durante la piena si sostiene, ma nel calare della medesima si vede dirupare, e manifestarsi la corrosione;* e quindi è, che le ripe che stanno a perpendicolo sul pelo dell'acqua, sono più facili a corrodersi; e perciò *utile è il consiglio di quelli che scaricano le ripe de' froldi*, cioè che le dispongono ad un piano inclinato all'orizzonte; sì perchè questa situazione più resiste all'impeto del fiume; sì perchè le corrosioni inferiori non cagionano così grande staccamento di terra nelle parti superiori della sponda; sì finalmente, perchè la terra levata dalla ripa può servire, occorrendo per rinforzo dell'argine alla parte esteriore.

Le corrosioni grandi se non s'ha tempo, e forza d'impedirle, o di provvedervi *in un fiume incassato*, *altro non fanno che renderlo sempre più tortuoso*, mutargli la via del filone, e per conseguenza trasportare più alto, o più basso il vertice della corrosione; ma *ne' fiumi che addimandano argini, sono causa delle rotte de' medesimi*, e delle innondazioni ad esse susseguenti. Non ostante però che *la corrosione* anteceda qualunque rotta, *non è quella sempre la principal causa di questa;* posciachè il sormontare che fa l'acqua il piano superiore degli argini; il trapellare per li pori della terra che li compone; l'impeto laterale contro argini deboli che ponno esser tali, o per la qualità della terra, o per la loro strettezza; e mille altre cagioni ponno concorrere a rovinarli. Pertanto nelle rotte si osservano comunemente varj effetti, i quali, o sono comuni a tutte le rotte, o ricevono qualche particolarità, secondo la diversità delle cause dalle quali procedono. Gli effetti adunque sono:

Primo. *Lo scemarsi repentino della piena nelle parti superiori del fiume* più, o meno, a misura della *maggiore*, o minore felicità dello scarico che ha il fiume per essa. (1) Questo effetto nasce da ciò che

(1) La resistenza che l'autore dice in questo luogo farsi dalle sponde del fiume al corso dell'acqua, non tanto è quella che dipende dal soffregamento di essa colle sponde, quanto quella che nasce dalla limitazione, che le sponde fanno alla larghezza, essendo certo, che se le sponde non vi fossero, l'acqua non si sosterrebbe a quell'altezza a cui si sostiene; onde la detta resistenza in altro non consiste, che in una modificazione che riceve l'acqua dalle ripe in ordine alla sua altezza, e direzione, e probabilmente anco in ordine alla velocità, come nelle annot. 7, e 11 del capo 4 si è detto; onde la rotta equivale ad un allargamento,

si è detto di sopra, cioè che le sponde del fiume fanno considerabile resistenza al corso dell' acqua, e che questa inferiormente ritardata dà occasione alla maggior elevazione, non solo del proprio corpo, ma anche di quello dell' acqua superiore; levata perciò la resistenza della ripa, a causa della rottura dell' argine, e della libera espansione per le campagne, necessariamente l' acqua si rende più veloce (al che concorre anche alle volte la caduta precipitosa che si trova al di sotto della rotta medesima) e perciò abbassandosi di pelo, permette che la superficie del fiume nella parte superiore, anch' essa si disponga ad un simile abbassamento. Effetto simile è stato dimostrato dal signor Lorenzo Bellini insigne medico, e matematico fiorentino, e famosissimo per le sue opere ricevute dal mondo con tanto applauso, dovere succedere nella cavata del sangue dalle vene, e dall' arterie degli animali, avendo una grande analogia il corso del sangue per li proprj vasi, a quello dell' acque per gli alvei de' fiumi, ed equivalendo l' apertura della vena alla rottura di un argine; siccome con questo simbolizzano le tuniche de' vasi predetti; il che ho voluto in questo luogo motivare, acciò appaia non essere così disparate, le dottrine idrostatiche dalle mediche, anco pratiche, com' altri per avventura si crede; anzi essere affatto necessarie le prime, a chi vuol ben intendere in molte parti le seconde, come spero di far vedere a suo tempo, applicando molte notizie desunte da questo trattato alla fisiologia medica, ed alla dottrina de' mali particolari.

Il secondo effetto delle rotte de' fiumi è, che *nelle parti inferiori alla rotta, il corso dell' acqua si rende più tardo*; e ciò nasce dallo scemarsi che fa l' acqua in quel luogo, divertita al di sopra, per l' apertura della rotta medesima.

Terzo. Perciò *al di sotto delle rotte, i fiumi torbidi fanno qualche deposizione, o dossó*, effetto del moto reso più languido.

Quarto. E per lo contrario, *al di sopra succede maggiore escavazione nel fondo, e maggior corrosione nelle ripe*, procedente dalla velocità maggiore del corso; il che tutto maggiormente s' osserva nelle rotte, che si chiamano *in cavamento*, cioè in quelle nelle quali la sponda è corrosa, e portata via sino sul fondo del fiume; e più particolarmente, se il fiume avrà maggiore felicità di esito per la rotta, che per lo sbocco naturale.

---

o se si vuole ad una diramazione del fiume. E siccome un fiume nell' accostarsi ad un ramo nuovamente apertogli maggiormente si inclinerebbe colla superficie, così dovrà fare nell' accostarsi all' apertura della rotta. Tale inclinazione maggiore va congiunta con accrescimento di velocità, perchè la discesa si fa più ripida.

Quinto. *Non solo nelle parti inferiori si rallenterà il corso dell' acqua; ma anche potrà rivoltarsi all' insù*, particolarmente se di sotto alla rotta entrerà in vicinanza qualche fiume influente, l'acque del quale, può darsi il caso, che o tutte si portino a scaricarsi per la rotta; o pure si dividano, scorrendo parte verso la rotta, parte verso la foce.

Sesto. *In caso che le acque del fiume influente inferiore scorrano tutte per la rotta, si muterà la cadente dell' alveo inferiore inclinandosi al roverscio*, cioè verso la rotta, non con la declività propria del fiume recipiente; ma bensì con quella che compete all' influente; (1) ciò però non può succedere perfettamente che col progresso del tempo, qualora tal cadente debba farsi per deposizione; ma se essa dovrà farsi per escavazione (come quando la rotta succede nella sponda d' un fiume, che abbia il fondo notabilmente elevato sopra il piano delle campagne) allora poco tempo si richiede a formare quasi del tutto tale cadente, ed in questa circostanza, può darsi il caso, che poco dopo seguita la rotta, l' acqua del fiume influente si rivolti tutta a correre per essa, ed abbandoni il letto inferiore; non già così quando la cadente si dee fare per interrimento, poichè sul principio l' acqua dee scorrere bipartita, abbenchè dopo alzandosi colle deposizioni l'alveo inferiore al fiume influente, a poco a poco sia per escludere il corso dell' acqua per esso, o in tutto, o in parte, secondo la diversità delle circostanze.

Settimo. *Sintantochè dura la libera dilatazione dell' acqua uscita*

---

(1) Del caso che l' autore considera in questo luogo, abbiamo un celebre esempio nella rotta del Pò (o naturale, o artificiale che fosse) seguita nel duodecimo secolo sulla sinistra fra la Stellata, e Ficheruolo, mercè la quale venne a formarsi da lì in giù il Pò presente, detto il Pò grande, restando a poco a poco abbandonato l' antico alveo, chiamato ora il Pò di Ferrara, per cui ne' tempi addietro sempre avea corso quel fiume. Sboccava in quest' alveo inferiormente al luogo della rotta, e in poca distanza da essa il Panaro, onde le acque di questo (congiunte allora colle acque del bolognese) cominciarono a rivolgere il loro corso verso la rotta; ma perchè il fondo di questa non era più basso delle campagne, attraverso le quali avea preso il corso (essendo al contrario in quelle parti il fondo del Pò tutto sepolto fra terra) conveniva che il Panaro si andasse formando la sua cadente verso la rotta per replezione, e perciò passarono alcuni secoli prima di stabilirla, correndo frattanto le acque del Panaro bipartite, parte verso la rotta, e parte per l' antico Pò, mantenuto ancor vivo dalle acque di quel gran fiume, che almeno nelle escrescenze tuttavia seguivano ad entrarvi. Finalmente tolto l' ingresso anche a queste coll' intestatura con cui il vecchio Pò fu attraversato al Bondeno, il Panaro fece suo proprio alveo, l' alveo abbandonato dal suo sbocco, fino al luogo della rotta, cioè fino all' origine presente del Pò grande, e ne rovesciò la pendenza, disponendola come tuttavia si osserva, e il rimanente del Pò di Ferrara dall' intestatura in giù rimase senz' acqua.

dalla rotta, saranno manifesti, e dureranno sino a stabilirsi gli effetti predetti, e la rotta medesima si dilaterà a misura del corpo d'acqua, e della velocità del di lei corso; ma quando, o comincierà a riempirsi la vastità del sito, nel quale ebbe prima lo sfogo, o pure quando le alluvioni comincieranno a formare le sponde all'acqua corrente della rotta, comincieranno gli effetti medesimi a mancare; e perciò il pelo delle piene comincierà ad elevarsi; il fondo scavato ad interrirsi di nuovo; il corso dell'acqua accelerato a ritardarsi; il ritardato ad accelerarsi ec. Quindi nasce l'errore di molti, i quali si danno a credere, che gli effetti immediatamente susseguenti alle rotte, siano per continuar sempre, se si lasci che i fiumi corrano liberamente per esse; e di questa natura è quello che saviamente corresse il p. Castelli *al corol. 13 della sua misura delle acque*. Per altro egli è evidente, che gli effetti delle rotte devono cessare, chiuse che elle siano; perchè cessata la causa, cioè l'apertura dell'argine, è di necessità che manchino ancora i di lei prodotti.

Ottavo. *Quando l'acqua delle piene sormonta gli argini*, e cadendo dall'altezza di essi per lo pendio loro esteriore, li corrode, e facilmente li rompe, *si forma un gorgo a' piedi dell'argine aperto*, che impedisce il prendere la rotta, cioè il rifar l'argine nel sito primiero, il che succede anco sempre ne' fiumi che hanno il letto superiore al piano delle campagne.

Nono. Ma *quando l'argine si rompe alla prima nel mezzo*, il che succede specialmente, quando, o l'argine è troppo debole, o la corrosione si avanza gagliardamente ad indebolirlo, o pure quando l'acqua insinuandosi per li di lui pori, comincia a dilatarli, ed a farsi strada per essi, *allora il gorgo si forma più lontano dall'argine nella campagna*.

Decimo. *E se potesse darsi il caso che l'argine fosse rotto senza alcuna caduta d'acqua*, come qualche volta succede nelle rotte degli argini di poca altezza, e di molto superiori colla sua base al fondo del fiume; in tal caso *non si genererebbe gorgo veruno*, spandendosi l'acqua quietamente per le campagne.

Undecimo. *Quando si osserva una rotta avere generati più gorghi in diversa distanza dall'argine*, *allora*, prescindendo dalle altre cause che ponno produrli, *è necessario che l'argine sia stato rotto in diversi tempi*, cioè prima più alto, e poi più basso, o al contrario; o *pure che l'acqua ribalzuta dal primo gorgo*, *ne abbia formato un altro*, il quale in tal caso sarà molto minore del più vicino all'argine.

Duodecimo. *L'acqua ch'esce dalle rotte*, *sul principio* corre bensì *velocissima*, effetto, e della caduta abbondante che trova in essa, e della dilatazione immediata; *ma dopo breve tratto rallentandosi il moto*, e perduta la direzione, *si allarga per le campagne*, portandosi a

riempire i luoghi bassi che trova; e rigurgita anche all'insù, sino a formare il livello alla propria altezza, la quale si rende sempre maggiore, sintantochè trovando l'acqua esito proporzionato a qualche parte, si pareggi l'entrata con l'uscita, ed allora non si fa più altro alzamento. Quindi è, che la direzione ricevuta nell'uscire della rotta, spinge bensì l'acqua per qualche tratto a traverso della campagna, facendola anche sormontare siti alti, quali non toccherebbe voltata che fosse la rotta anche in quel sito ad altra parte; ma tal effetto non succede che in poca distanza, mentre per altro l'acqua si porta a correre verso quella parte, dove maggiore è la caduta della campagna, maggiore l'apertura; e per conseguenza più facile l'esito, concorrendo anche a ciò la continuazione de' fossi, e degli alvei degli scoli delle campagne.

Per quello che appartiene alla proporzione, con cui s' aumentano l' acque de' fiumi nelle piene, è dimostrato dal Castelli *alla prop. IV.* del primo libro della misura delle acque correnti, che *se un fiume entrerà in un altro fiume; l' altezza del primo nel proprio alveo, all' altezza che avrà nell' alveo del secondo, avrà la proporzione composta delle proporzioni della larghezza dell' alveo del secondo alla larghezza dell' alveo del primo, e della velocità acquistata nell' alveo del secondo, a quella che avea nel proprio, e primo alveo;* ed alla *prop. V. Se un fiume scaricherà una quantità d' acqua in un tempo, e poi li sopravverrà una piena, la quantità dell' acqua che si scaricherà in altrettanto tempo della piena, a quella che si scaricava prima, mentre il fiume era basso, avrà la proporzione composta della velocità della piena, alla velocità della prima acqua, e dell' altezza della piena all' altezza della prima acqua;* e finalmente alla *prop. VI. Se due piene eguali del medesimo torrente, entreranno in un fiume in diversi tempi, le altezze fatte dal torrente nel fiume, avranno fra loro la proporzione reciproca delle velocità acquistate nel fiume.*

Tutte queste proposizioni sono vere in teorica; ma egli è ben molto difficile in pratica di rinvenire la proporzione della velocità d' un fiume nel proprio alveo, a quella che acquista nell' alveo di quello, al quale s' unisce; la quale proporzione, nell' uso della quarta, e sesta proposizione, indispensabilmente si richiede, per determinare l' altezza colla quale corre il fiume influente per l' alveo del recipiente. In oltre, nella pratica della quinta proposizione, che pure è verissima, si ricerca la proporzione colla quale crescono le velocità al crescere delle altezze; ed effetto di determinare quella, che hanno insieme le velocità del fiume alto, e basso; e questa non cammina della stessa maniera ne' canali orizzontali, e negl' inclinati, ne' quali ha luogo l' accelerazione del moto per cagione della discesa, essendo per altro difficile, anzi impossibile il rinvenire detta proporzione col mezzo

dell' esperienza, o di galleggianti trasportati dalla corrente, o di liquori colorati, framischiati all' acqua; poichè egli è fuori d' ogni dubbio, che le parti dell' acqua d' un fiume corrono con velocità differenti; o si desuma la diversità dalla larghezza, o dall' altezza della sezione.

Per avvicinarsi dunque più al vero, (1) io stimo, si debba ricorrere alla misura dell' acqua, che porta in un dato tempo la piena

---

(1) Benchè l' autoro abbia preso a trattare in generale di quell' aumento de' fiumi, che chiamasi *piena*, ristrigno tuttavia in questo luogo il suo discorso a quel solo aumento, cho ciascuno degli influenti da se può cagionare nel recipiente, la somma de' quali aumenti costituisco la piena di quest' ultimo; e per trovare tale accrescimento stima doversi ricorrere alla misura delle acque, cho porta in un dato tempo, tanto l' influente, quanto il recipiente, indagando in primo luogo tali misure colle osservazioni, e poscia *adattando*, come egli si esprime, la velocità di tutto il corpo alle condizioni del recipiente. Intorno alle quali cose ci occorre di fare qualche considerazione.

E prima per quello cho riguarda lo misure dell' acqua de' fiumi, il suo intendimento non è già che se ne cerchi la misura assoluta, cioè a diro la quantità d'acqua che portano in misure a noi note v. g. di piedi cubi ec. (perchè tal ricerca quando non fosso piena di incertezze, per le ragioni da noi addotte nell' annotazione 19, e nelle alt e antecedenti del capo 4.° sarebbe sempre di gran difficultà a mettersi in pratica) ma solo la misura rispettiva, cioè la proporziono dell' acqua dell' uno, a quella dell' altro fiume. Tal proporzione insegna l' autore, come fra poco vedremo nell' annotazione 11, d' indagarla in quelle sezioni de' fiumi, che riconoscono la loro velocità dall' altezza corrente, servendosi egli allora delle sole misure delle altezze, e delle larghezze per dedurre la proporzione delle acque; ma quando vi fosse necessità di indagare tal proporzione in que' tratti, ne' quali i fiumi si andassero accelerando, onde le velocità dipendessero, o in tutto, o nella massima parte dalla discesa, non ce ne dà alcun metodo, ne io saprei proporne alcuno per avere almeno prossimamente la proporzione, fuorchè il cercar prima con qualche esperimento così nell' influente, come nel recipiente la proporzione delle velocità della superficie, a quella del fondo, o piuttosto in qualcho discreta altezza sopra il fondo, il che si può tentare col mezzo de' pendoli immersi ne' fiumi, de' quali si è parlato nell' annotazione 12 del capo 7.°, scegliendo nell' uno, e nell' altro fiume le sezioni più angusto, e i tratti d' alveo più retti che fosse possibile, e schifando quelli, ne' quali cadesse sospetto di rigurgito. Trovata la proporzione delle velocità predette se ne dedurrebbe quella delle acque nella seguente maniera.

Sia AB (*fig.* 84.) l' altezza dell' influente, FE quolla del recipiente, e stia la perpendicolare BC, alla perpendicolare FG, come la velocità della superficie del primo, alla velocità della superficie del secondo, e parimente BC stia ad AD, come quella della superficie nel primo, a quella del fondo nel medesimo, e così pure stiano FG, EH, come le velocità della superficie, e del fondo nell' altro fiume. Facciasi come la differenza de' quadrati BC, AD al quadrato AD, così AB ad AV, e supponendo come ora vogliamo supporre, cho le velocità terminino sensibilmente ad un segmento parabolico, che passi per C, o per D (non potendosi per le cose dette all' annotazione 10 del capo 7 andar con ciò molto lungi dal vero) sarà V il vertice della parabola della velocità, cioè l' origine reale, o

d'un fiume influente, insieme con quella del recipiente; e figurandosi che debbano correre unite, adattare la velocità di tutto il corpo alle condizioni dell'alveo del recipiente, per quindi rinvenire l'altezza che in esso può fare l'influente. Poichè egli è certo, che un

---

equivalente del fiume influente. Colla medesima costruzione si determinerà il vertice T della parabola TEH, la quale dovrebbe anco in pratica trovarsi la medesima, cioè del medesimo lato retto coll'altra VAD, o non molto diversa, potendo nascere tal diversità dalla diversa forza, applicazione, e distribuzione degli impedimenti dell'uno, e dell'altro fiume. Ma comunque ciò si trovi coll'esperienza, prendendo due terzi del rettangolo compreso dalle rette VB, BC, si avrà lo spazio parabolico VCB, e detraendolo da due terzi del rettangolo delle linee VA, AD, che è lo spazio parabolico VAD, si avrà il segmento BCDA, che moltiplicato per la larghezza dell'influente rappresenterà la quantità dell'acqua di esso. Colla medesima costruzione si avrà lo spazio parabolico FGHE, che moltiplicato per la larghezza del recipiente, darà la quantità dell'acqua che egli porta, onde sarà nota la proporzione della loro portata, nello stato in cui si saranno fatte le osservazioni.

Supposta dunque nota in qualsivoglia modo la proporzione delle acque de' due fiumi, che si debbono unire insieme per passare a dedurre l'alzamento, che seguirà nel recipiente per la loro unione, vuole l'autore che si *adatti la velocità di tutto il corpo, cioè della somma delle acque alle condizioni del recipiente*, con che, se non erro, vuole che s'intenda doversi aver riguardo (oltre la larghezza del recipiente, per cui la somma delle acque dovrà passare) anco a quella velocità che il recipiente ha già nel suo alveo, o piuttosto a quella che potrà acquistare dopo l'aggiunta delle acque dell'altro, il che tuttavia non insegna come si possa ridurre a calcolo, se non nel caso in cui la condizione del recipiente fosse tale (come nelle sue ipotesi è per lo più quella de' fiumi lungi dalle loro origini) che egli riconoscesse la sua velocità (almeno per la massima parte) dall'altezza corrente delle sue sezioni, onde la velocità crescesse al crescer l'altezza, e nella ragione dimezzata di essa, del qual caso parleremo nelle annotazioni seguenti.

In fatti fuori del caso predetto non è possibile determinare l'alzamento d'un recipiente per l'aggiunta d'una quantità d'acqua, che abbia una proporzione data a quella di esso recipiente, se non si fa inoltre qualche altra ipotesi, cioè o che le velocità del recipiente debbano in ciascuna parte dell'acqua rimanere le medesime dopo l'unione, o che debbano crescere, o scemare con qualche regola nota, e che parimente l'acqua dell'influente introdottavi debba serbare in ciò qualche legge. Se si volesse a cagion d'esempio, che dopo l'unione, senza cangiarsi punto le velocità terminanti al segmento parabolico FEHG, l'acqua dell'influente aggiunta sopra di esso concepisse anch'essa dei gradi di velocità terminanti alla medesima scala continuata al di sopra, alzandosi come sino al punto I, per modo che l'ordinata IO chiudesse lo spazio IOGF, eguale all'acqua aggiunta, cioè allo spazio BCDA, allora per aver l'alzamento FI si dovrebbe dalla parabola nota IFG sottrarre lo spazio dato IOGF, per ricavar il residuo TIO, e cercarne poscia l'altezza TI, che sottratta dalla data TF, mostrerebbe l'alzamento cercato FI. Ma una tal ipotesi è totalmente arbitraria, ne pare punto verisimile, anzi contraria all'esperienza, mentre ne seguirebbe, che aggiugnendo la medesima quantità d'acqua d'un influente ad uno stesso recipiente, che si trovasse

torrente, che corra per un alveo di gran pendio, e perciò con gran velocità di discesa, farà una picciola sezione nel proprio letto, ma portando quantità grande di acqua in un fiume, che corra con poca caduta, potrà fare in esso alzamento di acqua considerabile; ed all'incontro un fiume influente di poca velocità nel suo alveo, abbenchè

ora ad altezza minore ER sopra il suo fondo, ed ora ad altezza maggiore EF, l'accrescimento d'altezza RS nel primo caso sarebbe minore dell'accrescimento FI nel secondo, essendo manifesto, che maggior altezza vi bisogna sopra di F, che sopra di R per fare il trapezio parabolico IOGF, eguale al trapezio RSPQ, il che è contrario alle osservazioni comuni de' fiumi, come si è detto nell'annotazione prima di qnesto capo.

Parimente se si supponesse (come figura il p. abate Grandi nel suo primo esempio della proposizione 37 del lib. 2) che la velocità della superficie delle acque unite nel recipiente, dovesse mantenersi la medesima, che quella della superficie del recipiente avanti l'unione, e parimente tutte le velocità delle altre parti rimaner le medesime, che erano ad eguale profondità sotto la superficie di prima (il che è lo stesso che il supporre, che dopo l'unione l'origine del fiume si sia rialzata d'altrettanto, quanto l'influente ha fatto alzare la superficie del recipiente, serbandosi l'istesso parametro, e l'istessa distanza TF del vertice della parabola dalla superficie FG) allora figurando che le acqne unite debbano correre sotto la profondità FM, e ordinando MN, onde lo spazio EHNM esprima l'acqua aggiunta, si dovrebbe alla parabola nota TEH aggiugner il detto spazio noto EHNM per avere tutta la parabola TMN, di cui dovrebbe cercarsi l'altezza TM, e detrattane TE, si avrebbe l'aumento EM. Questa supposizione non è soggetta all'inconveniente della prima, ma ne pur essa ha alcuno sicuro fondamento, non essendo necessario che all'unirsi de' due fiumi, si serbi nella superficie, e in ciascuna profondità sotto di essa la velocità primiera; anzi se i due fiumi venissero da origini egualmente alte, pare che all'alzarsi la superficie nell'alveo comune, dovesse scemarsene la velocità; perchè ne resterebbe scemata la discesa. Non mi trattengo nell'esemplificare, come si potessero calcolare gli alzamenti in queste, o in altre simili supposizioni, perciocchè le reputo affatto arbitrarie, ed anco perchè non sarà difficile intendere quello che debba farsi da ciò che diremo nelle annotazioni seguenti. Sarebbe desiderabile dedurre dalle sperienze qualche lume più certo, per trovare in tali casi la legge delle velocità dopo l'unione delle acque, e calcolarne poscia gli alzamenti che si cercano.

Solo avverto, che sebbene è indifferente l'investigare la proporzione delle acque de' due fiumi in qualsivoglia loro sezione (purchè si serbino le avvertenze poc'anzi dette nel §. *e prima* della presente annotazione) nulladimeno quell'aumento di altezza, che si troverebbe dover seguire per l'immissione d'un fiume nell'altro, se si avessero supposizioni ben certe per calcolarlo, sarebbe diverso in diverse sezioni del recipiente, perocchè ne' tratti de' quali parliamo, cioè in quelli ne' quali egli tuttavia si va accelerando nella discesa, tal aumento non può essere eguale in tutte le sezioni, ma nel passare dalla superiore AB (*fig.* 85.) all'inferiore DE, l'aumento di altezza BC seguito per l'unione de' due fiumi diviene EF minore di BC; onde converrebbe cercare la velocità del fondo, e della superficie nelle diverse sezioni, e per ciascuna descrivere la parabola della velocità, e fare il rimanente; se pura non si volesse piuttosto descriver l'iperboloide, che rappresenterebbe la curvatura della superficie CF. È ben vero, che potendosi questa poco scostare dalla linea retta, trovati che ne fossero due punti

abbia per tal cagione grande altezza di corpo, poca ne aggiungerà a quella del recipiente, se questo avrà considerabile pendenza, e perciò molta velocità. Egli è ben vero, che per l'ordinario, i fiumi corrono non con la velocità della discesa, ma bensì con quella che imprime loro l'altezza del proprio corpo; e perciò in casi di tal natura si può senza scrupolo di errore considerabile (particolarmente avendosi le necessarie avvertenze) valere di questa proposizione. (1) *Se un fiume*

C, ed F, si avrebbe la positura del detto pelo, congiungendo i detti due punti colla retta CP, senza errore di gran momento, supposto che il fondo fosse piano.

Quando l'influente colla sua direzione potesse far contrasto al recipiente, e ritardarne la velocità, o quando secondandone il corso si potesse supporre, che contribuisse coll'impeto delle sue acque ad accrescerla, si dovrebbe aver riguardo anche a ciò, potendo nel primo caso riuscire l'alzamento maggiore del calcolato (se pure vi fossero principj sicuri per calcolarlo) e nel secondo minore, anzi forse nullo, e pure in vece di alzamento seguirne abbassamento. Egli è ben vero, che non molto di sotto al punto dell'unione, riducendosi di nuovo il recipiente a quella velocità, che converrebbe alla sua discesa, detratti gl'impedimenti superiori (uno de' quali potrebbe essere stato il detto contrasto dell'influente) e proseguendo per altro ad operare gl'impedimenti inferiori, tali effetti o di ritardamento, o di accelerazione, non dovrebbero seguire che per poco tratto.

(1) Ciò è lo stesso che dire, che la quantità dell'acqua che porta un recipiente da se solo, sta alla somma delle acque di esso, e di un influente a lui unito nella ragione composta di quella delle sue altezze avanti, e dopo l'unione, e della dimezzata delle medesime altezze; il che facilmente si dimostra, attesochè trattandosi di un istesso fiume, e di una istessa sezione (che qui si vuol supporre di figura rettangola) e per conseguenza essendo invariabile la larghezza, la quantità d'acqua che egli porta in diversi suoi stati, debbono sempre star fra loro nella ragione composta di quella delle altezze, e di quella delle velocità medie. Ma la ragione delle velocità medie ne' fiumi, de' quali ora trattiamo, cioè ne' quali le velocità dipendono in tutto, almeno sensibilmente dall'altezza corrente dell'acqua, non è che la ragione dimezzata delle stesse altezze (essendo in tali casi le scale delle velocità due parabole dello stesso parametro, che hanno i loro vertici nella superficie corrente, nelle quali le velocità medie sono fra loro, come le massime ordinate, e queste sono nella ragione dimezzata delle ascisse, cioè delle altezze correnti). Dunque le quantità dell'acqua nell'uno, e nell'altro stato saranno fra loro nella ragione composta delle altezze, e della dimezzata di esse. Da questa composizione di ragioni si deduce, che considerando le quantità delle acque, come numeri cubici, le velocità sono come le loro radici cubiche, e le altezze, come i quadrati di queste radici; onde si ricava la regola di calcolar l'alzamento di un recipiente per l'unione di un influente, quando sia nota la proporzione delle acque dell'uno, e dell'altro fiume, o quando si tratti, come ora supponiamo, che il recipiente riconosca tutta la sua velocità dall'altezza, o almeno che la discesa non vi abbia parte molto sensibile; imperocchè estratta la radice cubica tanto dalla quantità dell'acqua del solo recipiente, quanto dalla somma delle acque dell'uno, e dell'altro i quadrati delle radici cubiche (o pure le radici cubiche dei quadrati delle dette due quantità, che è lo stesso) staranno fra loro come le due altezze prima, e dopo l'unione, onde essendo data l'altezza del recipiente prima dell'unione per la regola aurea, si troverà l'altezza dopo l'unione, come esemplificheremo nell'annotazione seguente.

crescerà per una piena sopravvegnente, la quantità dell'acqua prima della piena, a quella della piena, avrà la proporzione composta della proporzione delle altezze, e della dimezzata delle altezze medesime; (1) e conseguentemente può aver luogo la regola addotta da noi alla *proposizione* VIII. *del lib.* III. *della misura delle acque;* le quali proposizioni, sebbene si devono intendere in termini astratti, e prescindendo da ogni sorte di resistenze: nulladimeno però, perchè è meglio che l'errore porti piuttosto qualche cosa di più, che di meno; egli è certo,

---

(1) La proposizione a cui ci rimanda qui l'autore, insegna in primo luogo come si possa trovar la proporzione delle acque di due fiumi orizzontali, e almeno tali, che le velocità della discesa in essi sia spenta, e resti solo quella che nasce dalla loro altezza corrente, e ciò senza aver uopo di alcuna misura, che dell'altezza, e della larghezza delle loro sezioni, non riputandosi da lui necessaria in simili casi la ricerca delle velocità, mentre queste gli risultano dalle medesime altezze. Dopo ciò insegna la medesima proposizione di calcolare l'alzamento che dovrà seguire nella superficie dell'uno, per l'immissione dell'altro.

Quanto al primo la sua regola consiste in questo. Posto che CB (*fig.* 86.) sia la sezione dell'influente, la cui larghezza AB, l'altezza AC, si prenda la radice quadrata dell'altezza AC, e si moltiplichi per la stessa altezza, e poscia per la larghezza AB; il prodotto esprimerà la quantità dell'acqua che egli porta. Similmente prendendo la radice quadrata dell'altezza del recipiente ED, e moltiplicandola per la medesima ED, e quindi per la larghezza EF, si avrà la quantità dell'acqua del recipiente, o piuttosto i numeri così ritrovati, esprimeranno la proporzione delle dette acque, avvertendo di praticare qui ancora nello scegliere le sezioni le cautele prescritte nell'annotazione 8.

In questo discorso, in cui solo può nascere qualche scrupolo nell'uso del presente metodo, si suppone tacitamente, che le velocità delle due sezioni CB, DF vengano rappresentate da due parabole CG, DI, le quali non solo abbiano per asse le altezze CA, DE col vertice nella superficie corrente in C, e in D, ma siano inoltre dello stesso parametro; perocchè solo in tali supposti sarà vero, che le radici quadrate delle altezze AC, DE (le quali radici nelle parabole di parametro eguale si esprimono per le massime ordinate AG, EI) moltiplicate nelle stesse altezze AC, DE diano la proporzione degli spazj parabolici CAG, DEI, che esprimono i complessi, o sia le scale delle velocità, onde poi moltiplicando i detti spazj nelle larghezze AB, EF si abbia la proporzione delle acque; or qui lasciando da parte, che le scale delle velocità delle due sezioni predette, e pure dell'una, o dell'altra di esse potrebbero per avventura non esser parabole, attesa l'ineguale azione, e applicazione degl'impedimenti alle diverse parti dell'acqua, come l'autore ha avvertito nel capo 7; e dissimulando ancora, come insensibile l'errore, che si commette nel supporre i vertici delle dette parabole precisamente ne' punti C, D della superficie, quando in rigor matematico ne' fiumi inclinati, essa dee pure ritenere qualche poco della velocità concepita per la discesa, certo è (per le cose dette nell'annotazione 15 del capo 4, e in diversi luoghi di quelle del capo 7) che secondo le ipotesi dell'autore, le parabole CG, DI esprimenti le velocità delle due sezioni potrebbero non avere egual parametro. Come se nell'uno de' fiumi (*fig.* 87.) l'altezza AB fosse quella, sotto cui nella sezione data dell'uno di essi, passerebbe tutta la sua acqua colla velocità libera, la qual velocità si esprimesse colla parabola ABC, ma a cagione degl'impedimenti,

che in fatti correndo i fiumi con molte resistenze alle loro velocità, queste in parità di circostanze, vengono sempre più impedite negli alvei minori, che ne' maggiori; e calcolandosi la proporzione dell' acqua de' primi, a quella de' secondi, maggiore di quella, che realmente sia; ne nasce altresì l' alzamento fatto nel fiume influente, qualche poco maggiore del vero.

---

essendosi dovuta alzare la superficio fino in D lo velocità terminassero ad un' altra parabola DBF, dovrebbe questa essor eguale alla parabola ABC, o perciò dovrebbe tagliarla in qualche punto come E, in cui lo spazio DEA venisso ad esser ugnale allo spazio EFC, il che essondo non è possibile, che le due parabole ABC, DBF abbiano lo stesso lato retto. Che se ora si supponesse l' altro fiumo non punto impedito, ma corrente nella sezione di cni si tratta sotto l' altozza GH dovuta alla sua velocità libera, ondo la scala delle velocità fosse la parabola GHI di parametro egualo alla ABC, o pure si figurasse anch' egli impedito, e rialzato di superficio fino in K, per modo che la parabola dolle velocità impedito fosse KLM egualo di area alla GHI, ma non però di lato retto eguale alla DBF (caso possibile a succedero variandosi lo parabole dolle sezioni impedite a misura degli impedimenti, i quali ponno fare maggior effetto nell' uno, che nell' altro fiume) è manifesto, cho questo metodo di determinare la proporzione dolle acquo do' due fiumi andrebbe lontano dal vero.

Questa difficultà, la qualo non era ignota all' autore, è qnella per cui egli ha avvertito poco dopo, cho simili proposizioni non sono vore, *che in termini astratti, e prescindendo da ogni sorta di resistenze:* come se dichiarasse non pretendersi da lui di dare altro che un' approssimaziono; ed inoltre ha soggiunto, che essendo in parità di circostanze sempre più impedite le velocità no' fiumi minori, che ne' maggiori, che vnol dire dovondo il parametro della parabola DBF, cho esprime le velocità dell' influento (che per lo più snol esser finme minore del recipiente) esser minore di quello della parabola GHI, o KHM, cho rappresenta quollo del recipiente, l' errore che si commetto seguendo il suo metodo, porta sempre ad accrescer la quantità dell' acqua del primo in proporzione di qnella del secondo, o per conseguenza l' altezza, che poi si calcola de' fiumi uniti riesce soverchia, anzi che scarsa, il che torna a maggior sicurezza di tal ricerca. Con questa, e collo altre ovvertenze che seguono appresso no' §§. *Avantaggia*, o *In questo*, parmi cho ci possiamo affidare, so non di calcolare col suo metodo la giusta proporzione delle acque do' due fiumi, almeno l' alzamento dell' uno per l' nnione dell' altro non minore del vero.

Per altro se in ciò rimanesse alcun dubbio, si potrebbe indagare anche nel caso de' finmi, de' quali trattiamo la proporzione dello acque in maniera simile a qnella cho abbiamo accennata nell' annotazione 3.ª di questo capo, cioè a dire congiugnendo allo misnro delle altezze, e dello larghezze quelle delle velocità dedotte dagli esporimenti de' pendoli, le quali velocità basterebbe in tal supposto cercare nel fondo, o presso il fondo di amendne i fiumi, e poscia tirare (*fig.* 86.) le perpendicolari AG, EI proporzionali alle dette velocità, e intendendo descritte coi vertici C, D lo parabole CG, DI, la proporzione degli spazj parabolici CAG, DEI (la qual proporzione è quella de' rettangoli CAG, DEI) sarebbe quella delle acque de' due fiumi, ancorchè i parametri dello due parabole così descritte non fossero eguali.

Trovata dunque (in qualunque modo ciò sia) la proporzione delle acque de'

. A vantaggio della medesima proporzione sta l' ampiezza delle golene, che ne' fiumi maggiori è assai grande, la quale allargando la sezione nella parte superiore, contribuisce a rendere l' altezza reale, tanto minore di quella che nasce dal calcolo. Per evitare però questo secondo errore, buon consiglio sarà (quando non si abbiano regolatori che formino una sezione ben giusta) quello di prendere le misure dell' altezza, e larghezza dell' uno, e dell' altro fiume nelle sezioni più anguste di essi; essendo certo, che correndo per esse ugualmente, che per tutte l' altre più larghe, la medesima quantità di acqua, si trovano nelle medesime, le larghezze, e le altezze delle sezioni più vive.

---

due fiumi, e supposto che questi debbano correre uniti insieme nella larghezza EF, il metodo che prescrive l' autore nella proposizione da lui citata per trovar l' altezza EH della superficie del recipiente dopo la loro unione, è quello che già abbiamo accennato nell' annotazione precedente: si estragga la radice cubica della quantità dell' acqua del recipiente DF, e si faccia il quadrato della detta radice. Si estragga parimente la radice cubica della somma di amendue le quantità d' acqua, e se ne faccia il quadrato; quindi come il primo quadrato al secondo, così sarà l' altezza del solo recipiente DE, all' altezza cercata HE, onde si farà manifesto l' alzamento DH. Per maggior chiarezza soggiugneremo un esempio del metodo dell' autore nel calcolare tanto la proporzione delle acque di due fiumi, quanto nel calcolar l' alzamento dell' uno per l' altro.

Sia l' altezza dell' influente AC piedi 11, la cui radice quadrata è 3, 317 in circa. Moltiplicando questo numero per la detta altezza di piedi 11, e per la larghezza AB, che si suppone piedi 139, sarà la quantità dell' acqua dell' influente espressa dal prodotto 5071. Pongasi l' altezza del recipiente ED piedi 30, la cui radice quadrata è prossimamente 5, 477 moltiplicandola per l' altezza 30, e per la larghezza EF, che si figurerà piedi 760, ne verrà per l' acqua del recipiente 124875. Aggiugnendola a quella dell' influente, si avrà la somma delle acque 129946. La radice cubica del primo di questi numeri 124875 si troverà 49, 98, il cui quadrato è 2498, e la radice cubica del secondo 129946 sarà 50, 65, il cui quadrato è prossimamente 2565. Dunque come 2498 a 2565 così piedi 30, altezza del solo recipiente ED, a piedi 30, oncie 10, che sarà l' altezza cercata EH de' fiumi uniti, e l' aumento HD sarà oncie 10.

Questi, e simili calcoli si ponno facilitare di molto per mezzo delle tavole paraboliche del p. abate Grandi, nelle quali avendo disposte in una colonna accanto alla serie di tutti i numeri naturali, che sono le altezze in oncie di piedi, o di braccia, le loro radici quadrate che esprimono la velocità, e in un' altra colonna i prodotti di queste nei detti numeri delle altezze, che vengono ad essere i cubi delle velocità, e rappresentano gli spazj parabolici, o le quantità delle acque, data che sia una di queste tre quantità, si trovano accanto di essa in un' occhiata le altre due. Così nel caso dell' esempio presente accanto all' altezza dell' influente di piedi 11, cioè oncie 132 si trova l' area parabolica (supposto il lato retto della parabola, qual egli lo ha preso arbitrariamente) 1516, 68, che moltiplicata per la larghezza di piedi 139 produce la quantità dell' acqua 210818, 52; e parimente accanto l' altezza del recipiente di piedi 30, o sia oncie 360, si ha lo spazio parabolico 6829, 20, che moltiplicato per la larghezza di piedi 760 dà la quantità dell' acqua dal recipiente 5190192; e questi numeri, cioè 210818, 52,

In questo proposito deesi in oltre considerare ciò che abbiamo detto più volte; darsi, cioè ne' fiumi maggiori delle larghezze d' alveo soprabbondanti, dal che nasce, che siccome ristringendosi esse al dovere, non si alzerebbe l' acqua del fiume un pelo, e nel sito del loro ristringimento potrebbe molte volte correre il fiume influente; così si possono dare de' casi, che un fiume influente entri pieno nel grande alveo di un recipiente, e non vi faccia alzamento sensibile, quando per altro dal calcolo che suppone sempre le larghezze vive può essere che risulti notabile; bastando a questo effetto, che l' acqua stagnante, o girata ne' vortici delle sezioni più larghe, prenda direzione seguita all' ingiù, nella maniera medesima, che le piene de' fiumi influenti appena si elevano di superficie sopra il pelo dell' acque, rigurgitate per li loro alvei dal recipiente: (1) e perchè vicino agli sbocchi (si aprano essi, o nel mare, o in altri fiumi) la capacità dell' alveo si fa sempre maggiore: perciò le piene sopravvenienti

e 5190192, benchè siano diversi dai due poc' anzi da noi trovati 5071, o 124875, hanno tuttavia la medesima proporzione di questi, cioè quella delle acque dei due fiumi. La somma dei detti spazj parabolici è 54010652, che divisa per la larghezza del recipiente di piedi 760 dà lo spazio della parabola per li fiumi uniti 7106, 59, la quale cercata nella medesima tavola (o preso il numero più prossimo ad essa, che si trova essere 7118, 80) mostra nella colonna delle altezze, l' altezza cercata di oncie 370, cioè piedi 30, oncie 10 come prima.

Queste regole tanto di cercare la proporzione delle acque, quanto di dedurre l' alzamento d' un fiume per l' altro, presupponendo che i fiumi non si accelerino per la discesa, non hanno luogo se non per quei tratti ne' quali camminano col pelo sensibilmente paralello al fondo, o almeno dove a larghezze eguali corrispondono in ciascuno di loro eguali altezze, onde non si ponno applicare ai tratti impediti dal rigurgito, come l' autore avverte poco più sotto, essendo ivi tutte le sezioni maggiori del giusto, e le altezze ineguali; calcolato poi che sia l' alzamento del recipiente in una sezione, tal misura serve sensibilmente per tutte le altre sezioni del tratto predetto.

(1) Quello che quì si dice d' una piena si dee intendere anco dell' alzamento fatto da un semplice influente, il qual alzamento sarà minore nel punto dell' unione de' due fiumi, se questa si farà in sito alterato dal rigurgito, di quel che sarebbe, se succedesse nel tratto superiore non alterato, e si andrà poi sempre sminuendo nell' accostarsi allo sbocco, come si raccoglie dalle cose dette nel capo 8, annotazione 8. Se poi si cercasse la misura dell' alzamento predetto, supposta la confluenza in sito che soggiacia al rigurgito, ognuno può vedere, che sarebbe assai difficile il rinvenirla per le incertezze, dalle quali è inviluppata questa materia, e che si sono vedute nel detto capo 8. Tutto ciò che parmi potersi fare per approssimarsi al vero sarebbe calcolare l' alzamento predetto, come se dovesse seguire in parte superiore, e non alterata dal rigurgito, e quindi avendo noto a un dipresso, per osservazioni fatte del recipiente, quel punto del suo alveo, in cui nel dato stato d' altezza dell' altro recipiente, in cui egli sbocca, e nel dato grado di piena, per cui si fa il calcolo, comincia il suo pelo ad inclinarsi notabilmente sono la linea paralella al fondo, o al pelo basso, a cui nelle parti superiori cammina paralello, scemare la quantità dell' alzamento calcolato nella

in que' luoghi, fanno regolarmente minore alzamento al punto dell' unione, e (come si è detto di sopra) sempre minore, quando più la piena s' avvicina allo sbocco. Se c' immagineremo che due fiumi sboechino nel mare con foci separate, ma quanto dir si possa vicine; egli è certo, che non elevandosi per l' influsso di alcuno di essi, sensibilmente il pelo del mare, la piena d' uno non dovrà alterare quella dell' altro: lo stesso succederebbe, se avessero il solo sbocco comune; ma se gli alvei si unissero insieme al di sopra della marina, ognuno facilmente giudicherà dovere farsi qualche alzamento maggiore nelle piene unite, abbenchè poco, ed insensibile con questa regola, cioè che sia minore nelle minori distanze dal mare, e maggiore nelle maggiori, sino però a un certo termine, e non più oltre, il qual termine è definito dal sito, al quale si estendono i rigurgiti dal recipiente. Quindi apparisce, quanto importi di scegliere siti proporzionati, quando si vogliono fare le misure delle sezioni de' fiumi, per avere quella delle acque che passano per essi; e fra l'altre può servire anche questa regola, di non considerare per buone le sezioni degli alvei, che patiscono il rigurgito, come quelle nelle quali, sì le altezze, che le larghezze non sono mai vive. Deriva anche dalle predette considerazioni un altro avvertimento, cioè la cognizione del vantaggio che si ricava dal mandare a sboccare i fiumi minori ne' maggiori in sito, dove arrivi il rigurgito del mare; poichè ivi crescono meno in altezza i fiumi recipienti, per l' unione degli influenti, mancando in questo caso, dal suo ufficio il calcolo dell' altezze sopragginnte, che sempre darà di più del vero; siccome le sezioni del fiume sono sempre maggiori delle vive in altri luoghi di esso.

ragione delle distanze dello sbocco del recipiente dal detto punto, e da quello della confluenza de' due fiumi. Come se il pelo del recipiente in quella portata d'acqua, per cui si fa il calcolo, fosse AB (*fig.* 88.) e il punto B fosse quello, in cui egli comincia sensibilmente ad abbassarsi sotto la direzione del suo tratto superiore AB, che era paralella al fondo, e al pelo basso, e parimente il pelo dell' altro recipiente, in cui egli sbocca nello stato, per cui si cerca l' alzamento, fosse TS, tirando per lo punto dello sbocco T l' orrizzontale TE, che tagli la sezione BE in E, e supponendo che la confluenza dovesse seguire nella sezione che passa per lo punto K di questa linea, condotta KI paralella ad EB, sarebbe come TE a TK, così BE a KI. Avendo dunque calcolato l' alzamento BG, che seguirebbe per l' unione de' due fiumi, se dovesse farsi nel tratto superiore AB (nel qual tratto il pelo FG de' fiumi uniti, sarebbe paralello ad AB) e tirata la retta GT, se si farà come EB a KI (cioè come TE a TK) così BG ad IH, si dedurrà assai prossimamente l' altezza IH, che l' influente aggiugnerebbe al recipiente nella sezione KI, fingendo la loro unione fatta in B, la qual altezza dee esser la medesima, ancorchè l' unione si faccia solo nella sezione KI. Questo metodo suppone i peli rettilinei, e che debbano concorrere coll' orizzonto TS, per l' appunto nello sbocco T, le quali supposizioni potrebbero alquanto scostarsi dal giusto, come si è detto nel capo 8, e però non si dà che per un' approssimazione.

CAPITOLO XI.

Degli scoli delle campagne, e loro regole.

Oltre i fiumi maggiori, i quali hanno origine dalle proprie fonti nelle più alte montagne, ed i torrenti, che sebbene non hanno alimento da acque vive, nulladimeno anch' essi nascono da' monti; vi è un' altra specie di fiumicelli, che portano acque di sole piogge, ma cominciano nelle pianure. Questi poche volte, o non mai, sono fatti dalla sola natura, bensì dall' arte degli uomini, i quali per essiccare le campagne, e renderle idonee alla cultura, hanno scavati fossi, ne' quali immediatamente s' introduce l' acqua delle piogge, e che vanno ad unirsi con altri, e finalmente a sboccare in un alveo comune, pure manualmente scavato, che si chiama con nome generale *scolo*, *fossa di scolo*, *condotto*, *tratturo*, *discursorio*, o in altra maniera, secondo la diversità de' paesi, e tali scoli hanno i nomi proprj, come si pratica rispetto a' fiumi. *Sono* dunque *gli scoli per lo più di pubblica ragione;* perchè è comune a molti il dritto d' introdurvi dentro le loro acque piovane, che per l' alveo de' medesimi scorrono verso il loro termine. Si dà però il caso, che alcune campagne non abbiano bisogno di pubblico scolo per essere mantenute asciutte, e queste sono quelle, le quali sono contigue alle ripe de' fiumi che corrono incassati, dentro de' quali, per fossi particolari, introducono l' acque loro; ma questi non meritano veruna considerazione, come che sono piccioli, e perchè la natura medesima insegna di maneggiarli.

È il pendio delle pianure ordinariamente così poco, e la superficie delle medesime così disuguale, che *non sarebbe possibile, che l' acque delle piogge, se non fossero impetuose, senza l' uso dei fossi, potessero scorrere per esse dall' alto al basso, e lasciare le campagne in istato di perfetta cultura*, particolarmente in tempo di primavera, e di estate, quando l' erbe cresciute facessero al loro scarico notabile impedimento. È vero che *tutte l' acque finalmente si riducono a' luoghi bassi*, e lasciano scoperti i più alti; ma è altrettanto vero, che per far ciò, è necessario lungo spazio di tempo, nel quale la terra imbevuta di soverchio umore s' insterilisce, e che si trovano sparsi per le pianure luoghi bassi, e racchiusi d' attorno attorno dai terreni più alti, ne' quali adunandosi l' acqua, e non potendone uscire, di necessità farebbe una palude, come vediamo succedere ne' paesi negletti dagli uomini. Ciò ha posti in necessità i popoli di ridurre le pianure tutte comunicanti per via di fossi escavati, e d' indirizzare questi a quei luoghi, dove l' esperienza ha mostrato trovarsi conche, o basse continuate, e lungo di esse scavarne canali capaci a ricevere l' acque

delle piogge per lo mezzo dei fossi delle campagne, (1) dal quale artificio è nata l' essicazione d' intere provincie, rese e mantenute fertilissime dalla continua conservazione delle primiere escavazioni.

Hanno il loro termine questi condotti, *o ne' fiumi vicini, o nelle paludi, stagni ec., o nel mare*. Quelli che sboccano ne' fiumi, bisogna che *servano a campagne, che siano più alte, almeno del fondo di essi, se sono temporanei, o pure del pelo basso dei medesimi, se sono perenni*. La foce parimente che hanno al fiume può essere, o *libera, o difesa con chiaviche:* ponno avere la foce libera, cioè aperta in ogni tempo gli scoli, *il fondo de' quali è più alto, o almeno non più basso delle piene maggiori del fiume;* altrimenti se il fiume sarà torbido, rigurgitando per lo condotto, lo interrirà, e gli turerà lo sbocco; quindi è, che *i soli terreni assai alti ponno scolare, a condotto aperto ne' fiumi;* ma *se questi avranno argini* (segno manifestissimo, che le piene di essi si elevano sopra il piano delle campagne) *non sarà possibile d' avere lo sbocco sempre aperto allo scolo, ma bensì sarà necessario d' impedire con qualche macchina, che le piene del fiume non s' introducano nel condotto*, e che l'acque piovane, se ve ne sono, restino in esso, o ne' fossi delle campagne sin dopo la piena; terminata la quale, levando l' impedimento dallo sbocco del condotto, si dà scarico alla di lui acqua nel fiume.

Sono molti gli artificj adoprati per impedire il rigurgito de' fiumi negli scoli, dei quali non è qui luogo a trattarne, e può vedersi il Baratteri nell' *architettura dell' acque part. pr. lib.* 8. *cap.* 19. (*vedi la fig.* 53.) I più comuni però sono le chiaviche predette: si deono bene avvertire in questi casi alcune circostanze, che danno motivo ad altrettante regole; poichè 1.° *se i terreni che deono scolarsi per un condotto munito di chiavica, sono nello stesso piano orizzontale, non è necessario che le sponde del condotto siano arginate*, perchè l' acqua in tempo che la chiavica sta serrata, o non potrà sormontarle in alcuna parte, o sormontandole per troppa abbondanza, dovrà allagare egualmente tutte le campagne, effetto che non ponno impedire gli argini; i quali perciò non porteranno veruna utilità; se questa non sia (in caso che la chiavica si rompesse, accidente assai raro) d'impedire l' innondazione delle campagne, per lo qual fine si richiederebbero altre cautele. 2.° Ma *se i terreni saranno declivi verso lo sbocco, come il più delle volte sono, sarà d' uopo che gli argini del condotto nella parte della campagna più bassa, siano elevati tanto, che bastino a pareggiare l' altezza della campagna più alta;* altrimenti l' acqua ch' è tramandata

(1) Cioè di quelle che avendo bastante altezza per trasmettere le loro acque al mare, non hanno avuto bisogno di essere buonificate per alluvione, come si distingue dall' autore più sotto nel capo 13.

da questa potrà sormontarli, e fare innondazini; quindi, è 3.° che *i terreni i quali hanno gran declività nella loro superficie, non ponno avere lo scolo con chiavica, senza allagare i terreni inferiori nel tempo della chiusura;* e perciò in tal caso 4.° *bisogna separare lo scolo dei terreni alti* (tanto almeno, quanto la massima piena del fiume) *da quello degli altri che sono più bassi, e mandare il primo a sboccare a foce aperta, ma munito di argini tanto alti che possano sostenere il rigurgito nel fiume, e provvedere il secondo di chiavica, arginandolo,* quando occorra, nella maniera di sopra accennata. È vero, che se l'acqua dello scolo aperto non correrà anch'essa, ed in tale abbondanza, che basti ad impedire il rigurgito della torbida; venendo la piena al fiume, l'interrirà; e può darsi il caso, facilissimo a succedere, che l'acqua dello scolo sia in sì poca quantità che non basti, fatti che siano gl' interrimenti, a rimnoverli, e conseguentemente, che siano necessarie nuove, e replicate escavazioni. In tal caso 5.° può aver luogo la chiavica *da chiudersi nel venire della piena del fiume, sintantochè l' acqua dello scolo sia alzata al pari di quella della piena, e poi da aprirsi di nuovo per dar esito alla nuova acqua dello scolo che sopravverà;* poichè così sarà impedito il rigurgito della torbida, e la sopravveniente dello scolo avrà il suo scarico, e s' impediranno le innondazioni. 6.° *Lo scolo dei terreni più bassi può aver esito col beneficio delle chiaviche, o nel fiume, o nel condotto predetto; ma più facilmente in quello, che in questo;* perchè più si abbassa l' acqua del fiume, che quella dello scolo, anche a causa degl' interrimenti che succedono nell' alveo del condotto, e non ponno accadere in quello del fiume, nel quale per conseguenza si avrà maggiore la caduta.

Gli scoli che vanno a terminare nelle paludi, stagni, e simili, ordinariamente hanno lo sbocco aperto; e la ragione si è, perchè la differenza fra il maggiore alzamento, e il maggiore abbassamento dell' acqua delle paludi, per lo più, non è tanta che meriti, per impedirne il rigurgito, l'applicazione alla fabbrica della chiavica, e la fatica di maneggiarla; tanto più che i terreni, i quali debbono scolarsi in esse, sono più alti del pelo altissimo della palude medesima, come che da essi deriva la copia dell'acqua che la rende gonfia; oltre che non si dee temere di alcuno interrimento per lo rigurgito dell' acqua che sempre è chiara. È alle volte però così poca la declività del piano di campagna nelle parti inferiori contigue alla palude che restando per la sua altezza, la maggior parte dell' anno, asciutto solo in tempo dei maggiori gonfiamenti, si bagna per lungo tratto: *in tali circostanze torna a conto il difendere con argini circondanti il terreno più alto,* acciocchè crescendo l' acqua della palude, non s' innondi, ed in detto tempo trattenere nelle campagne l' acque piovane, che poscia nel callare della palude, ponno scaricarsi in essa per uno, o

più tagli fatti nell'argine medesimo. Tali siti non si riducono a cultura perfetta, come di sua natura paludosi; ma bensì si mantengono ad uso di pascoli, o di prati, ai quali giova l'umidità del terreno. Similmente quando le paludi patiscono notabile accrescimento, come quando vi entrano de' fiumi, o sono soggette a ricevere le acque de' medesimi per espansione sopra le sponde di essi; allora ponno aver luogo le chiaviche agli sbocchi degli scoli, ma *prima di risolvere di valersene, bisogna avere riflesso alla durata del gonfiamento della palude; all'altezza di esso; alla condizione dei terreni; e simili;* perchè da tali circostanze può essa essere resa, o fruttuosa, o infruttuosa.

Quei condotti che hanno esito immediato nel mare, richiedono anch'essi diverse considerazioni, secondo la diversità delle circostanze. Posciachè *il flusso, e riflusso, ed il gonfiamento delle burrasche, talora riescono di danno alle foci degli scoli, e talora di utile.* Ognuno sa che *il mare si forma da se medesimo gli argini* all'intorno, con monticelli di arena continuati, che da alcuni sono chiamati *dunne*, e da altri *albaioni*. L'altezza di questi difende il terreno interiore dalle innondazioni, che seguirebbero in tempo di burrasca, e talvolta anche in tempo della consueta marea. Bisogna tagliare queste dunne, per introdurre il condotto nel mare, ma nello stesso tempo bisogna armarlo di forti argini, acciò introducendosi per lo taglio delle dunne, l'acqua del mare burrascoso non si allarghi per le campagne a sommergerle, come qualche volta è succeduto nei paesi bassi, per sempre. Quindi per non mettersi a tal azzardo *si suole provvedere con forti chiaviche*, che serrandosi quando il mare è alto, lo obbligano a contenersi ne' soliti limiti, ed aprendosi in mar basso, danno scolo alle acque trattenute nel tempo della chiusura. *In alcuni scoli* però, che o per la lunghezza del viaggio, o per altra cagione sono abbondanti di acqua in ogni tempo, ed equivagliano ai piccioli fiumi, *può darsi il caso, che le chiaviche non siano necessarie*, bastando l'influsso perenne di acqua abbondante, a rispingere quella del mare; siccome non occorrono in quei siti, nei quali la campagna, scostandosi dal lido, si alza sempre, e considerabilmente. *L'osservazione dell'alzamento che fa il mare tempestoso, paragonato al livello del piano della campagna, farà ben conoscere, quali siano gli scoli che richiedono chiaviche, e quali no;* e di qual sorte di argini debbano essere provveduti. Vi sono degli *scoli di campagna*, i quali *hanno le sue foci al mare così ampie, e profonde*, che formano piccioli porti, e danno ricovero a qualche nave di mediocre grandezza: tal'effetto può nascere, o dal fondo naturale del mare in quel sito, o dall'abbondanza dell'acqua dello scolo, o dalla situazione del lido; o dalla direzione dello sbocco, non soggetta a quei venti impetuosi, che spingono

nelle tempeste l'arena alla spiaggia; o dal flusso, e riflusso copioso del mare; o da qualche altro principio che rimuova le cause degl'interrimenti, e promuova quella dell'escavazioni, difficile ad immaginarsi senza l'osservazione oculare, e particolare del luogo. All'incontro (1) *ve ne sono degli altri, lo sbocco dei quali*, per così dire, *ad ogni soffio di vento contrario si serra*; e questi fa di mestieri, o *divertirli ad altra parte*, o pure ristringendo l'acqua con palificate, *fare che essa entri nel mare velocemente*, dimodochè vaglia a corrodere l'arena deposta, e ad impedire nuove deposizioni.

Nell'uso degli scoli non basta avere una buona foce; ma di più vi *è necessario che le campagne possano tramandarvi dentro l'acqua delle piogge, e che l'alveo degli scoli medesimi non le spanda lateralmente*; perciò bisogna riflettere, che essendo per lo più l'acqua di tali fiumicelli assai scarsa, in paragone di quella degli altri fiumi, se la medesima fosse torbida, acquisterebbe una considerabile caduta prima di stabilirsi l'alveo, la quale farebbe che nelle pianure di poco pendio, il fondo si elevasse notabilmente sopra il piano di terra, e si rendesse incapace a ricevere l'acqua delle campagne; quindi è, che *da tal sorte di acqua non occorre aspettare veruna escavazione; ma* piuttosto è *necessario con opera manuale formare loro l'alveo*, e preparare la strada che deono tenere per portarsi al loro esito.

Quì è d'avvertire, che *l'escavazione dei condotti dee essere fatta così profonda, che possa ricevere l'acqua in grande abbondanza, e non lasci elevare il di lei pelo sopra il piano delle campagne*; e se è possibile, ne meno sopra il fondo de' fossi che dentro vi scorrono. Oltre questi termini, è superflua ogni escavazione; perchè allo scolo de' terreni *basta, che i fossi privati restino asciutti dopo le piogge*. Tale beneficio però in luoghi bassi, molte volte non si può ottenere con tutta l'escavazione possibile; attesochè, disposto che sia il fondo del condotto alla situazione orizzontale, più bassa del livello del recipiente, quanto dee essere il fondo della foce del condotto; se sotto di esso si farà maggiore escavazione, a poco altro servirà, che a tirare all'insù maggiore rigurgito, o a fare de' gorghi nel fondo del condotto; oltre che le escavazioni, quanto più sono profonde, addimandano maggior larghezza nella parte superiore di esse, che nel nostro

(1) Che la foce dello scolo si serri talvolta ad ogni soffio di vento, si dee intendere in quanto il vento mettendo in commozione il mare, ne porta le arene ad otturare lo sbocco allo scolo, e questo essendo povero d'acqua, non ha forza per isgombrare l'interrimento, come farebbe se sboccasse con maggiore velocità; e non già in quanto il vento possa per se medesimo arrestare il corso all'acqua dello scolo, il che sarebbe contrario a quello, che l'autore ha insegnato nel capo 10 §. *Le cause*.

caso sarebbe un consumo di terreno ben grande, senza corrispondente utilità. Egli è ben vero, che *nell' escavazione di questi condotti è meglio abbondare nel molto, che mancare anche in poco*; e la ragione si è, perchè non ostante che gli scoli delle campagne non portino che acque chiare; queste non ponno però essere mai tanto limpide, che non admettano qualche mistura di limo, il quale viene portato via dalla superficie de' campi, particolarmente in tempo di piogge impetuose; e se non altro dal dirupamento, e slavamento delle ripe del condotto medesimo; e perciò godendo l'acqua poca velocità di corso, a causa si del poco pendio dell' alveo, si del poco corpo d'acqua, è necessario che la materia terrea deponendosi, alzi il fondo del condotto; e per conseguenza si elevi il pelo dell' acqua, sul quale non potranno più avere esito felice, le acque delle campagne; perciò *quanto maggiore sarà l'escavazione, tanto più starà il fondo del condotto ad arrivare a quel segno d'interrimento, che può rendersi nocivo*; ma per lo contrario essendo difettosa la primiera escavazione, immediatamente, e sempre più si sentiranno le conseguenze del difetto che anderà accrescendosi; e sarà necessario di pensare ad una nuova escavazione. Quindi è, che gli scoli non potendo da se mantenersi scavati, e necessariamente dovendo interrirsi per le cause sopradette inevitabili (oltre altre molte, che o l'ignoranza, o la malizia permette, e frappone) hanno bisogno le fosse di scolo di temporanei replicati scavamenti, che alle occasioni deono intraprendersi con buone regole.

(1) I. Verte la prima circa lo sbocco, *il fondo del quale, quanto più s' abbasserà sotto il pelo dell' acqua, in cui dee avere esito il condotto, tanto più sarà felice lo scolo*: il che però si dee intendere nei casi, nei quali la situazione della campagna addimandi, che si procura tutta la possibile felicità di scolo: per altro *quando i terreni sono*

(1) Quali sieno i casi ne' quali convenga procurare tutta la possibile felicità di scolo coll' abbassamento della foce dal condotto, si raccoglie dalle cose dette nel paragrafo antecedente; mentre quando i terreni sono talmente situati, che i fondi de' loro fossi scavati fra le culture, restano bensì più alti del livello infimo del recipiente, ma così poco, che cessando ancora di ricever acqua dalle culture, non ponno che lentamente, e stentatamente asciugarsi, allora quanto più il fondo dello sbocco del condotto si abbasserà sotto il detto pelo infimo, tanto il condotto si manterrà più basso di superficie, e più felice sarà lo scolo. Ove poi i fondi de' fossi per essere a livello, o sotto il livello del recipiente costituito nella sua maggiore bassezza non potessero assolutamente asciugarsi, allora ha luogo ciò che si è avvertito nel paragrafo antecedente, cioè che poco, o nulla serve l'abbassare maggiormente, o il condotto, o il fondo della sua foce; e molto più sarebbe inutile il farlo, quando i terreni fossero assai alti, e i fossi felicemente si scaricassero nel condotto.

alti, basta provvederli abbondantemente di scolo, e tralasciare quel più che si potrebbe avere, sì per non intraprendere spese inutili, sì per impedire i mali effetti dell'escavazioni troppo profonde. *L'abbassamento perciò dello sbocco, mai non si dee fare sotto il fondo del fiume, palude, o altro vaso, dentro il quale egli si apre*, perchè ciò sarebbe un getto inutile, e di fatica, e di spesa; *nè meno si dee sempre abbassare lo sbocco sino al fondo predetto*, se la necessità non lo richiede. Ma occorrendo di farlo, come molte volte succede *a quelli che entrano nelle paludi*; perchè la maggior profondità di queste non si trova che rare volte nella circonferenza, ma per lo più al di dentro di esse: *si dee prolungare l'escavazione sino al luogo più profondo*; e s'è possibile, aperto, e libero dagl'impedimenti che portano allo scarico delle acque, l'erbe nascenti ne' luoghi paludosi.

II. La seconda regola è, che *l'escavazioni che si fanno dentro le paludi per gli scoli, non deono essere secondate da argini*, se per altro motivo non sono necessarj; ma se pure la terra dell'escavazione dee fare qualche alzamento alle sponde, *si dee con tagli dare comunicazione all'acqua della palude con quella dello scolo*; e la ragione di ciò è, perchè *quanto più presto le acque correnti trovano il pelo d'acqua sul quale debbono spianarsi, tanto più restano basse di superficie nelle parti superiori*.

III. Situato lo sbocco, e profondato quanto basta, si ha da determinare il fondo della escavazione, che ha da essere regolato dalla superficie dei terreni, che dentro vi deono scolare, avendo riguardo ai più bassi; e perciò talora nelle parti inferiori, può essere necessaria l'escavazione sino all'orizzontale del fondo dello sbocco, e talvolta può avere qualche declività maggiore, o minore secondo la diversità dei casi; perciò non è necessario, che il fondo de' condotti stia disteso, secondo tutta la sua lunghezza, sul tipo d'una sola cadente, ma può averne diverse, secondo la differente positura della superficie delle campagne; ond'è, che questa, prima di determinare cosa alcuna, dovrà bene esaminarsi colla livellazione; nel fare la quale (1) (per isfuggire gli errori che inevitabilmente si commettono nell'uso

---

(1) Il regolamento degli scoli delle campagne, particolarmente nelle pianure più basse, richiede per l'ordinario operazioni di livello così dilicate, attesa la scarsezza delle pendenze, delle quali si può far capitale, per condurre le acque ad uno più, che ad un altro termine, o per una più, che per un'altra strada, che meritamente prescrive in questo luogo l'autore doversi in simili livellazioni cercare tutta la possibile esattezza; e questo è più che mai importante, ove si tratti di condurre le acque ad un termine notabilmente lontano da quello, dal quale si derivano. Non v'ha dubbio, che quando occorra regolare l'escavazione d'un condotto già fatto (che è ciò di cui egli ha preso a trattare in questo luogo) il modo più sicuro, ed insieme più spedito di riconoscere lo stato del suo fondo,

degli altri livelli, quantunque pròvveduti di cannocchiali ec.) consiglierei sempre a valersi dell'acqua de' condotti medesimi, resa stagnante con argini trasversali; e di quella de' fossi delle campagne; per esaminare la situazione di esse.

---

per quindi dedurre la quantità del profondamento, che a luogo a luogo è necessaria, non sia quello che egli suggerisce, di ristagnare con argini trasversali l'acqua dello stesso condotto, e prendendo per mezzo d'un semplice archipenzolo la differenza d'altezza da pelo a pelo di sopra, e di sotto ciascuno de' predetti argini, misurar poscia con frequenti scandagli la bassezza del fondo tra un argine, e l'altro sotto il pelo dell'acqua stagnante; e riconoscere altresì a luogo a luogo lo stato delle colture per rapporto al pelo d'acqua de' fossi, che per mezzo esse sono scavati, ristagnando parimente l'acqua entro di questi.

Allo stesso mezzo delle acque stagnanti come al più sicuro, e più reale di tutti si dee ricorrere, purchè sia possibile, in ogni altra livellazione ordinata a condurre acque per lungo tratto particolarmente nella pianure; valendosi di que' canali, o fossi, che per avventura si trovano nelle campagne, ancorchè andassero da un termine all'altro per istrade assai lunghe, e per direzioni diverse, e stagnando l'acqua in ciascuno di essi con una, o più traverse di terra, e poi riferendo di mano in mano cogli strumenti soliti da livellare il pelo d'acqua dell'uno, a quello dell'altro, ove fossero notabilmente discontinuati.

Si è detto doversi a questo fine render l'acqua stagnante con argini fatti al traverso a' fossi, o canali, imperocchè non è da fidarsi, che tale sia quella che rimane in essi dopo cessate le pioggie, ancorchè per avventura si vegga per qualche buon tratto stare colla superficie immobile, e non portar via i galleggianti che vi si gettino sopra; mentre se non si riconosce diligentemente, che tutta da un capo all'altro sia continuata nel medesimo stato di perfetta quiete (il che spesse volte non può riuscire per le difficultà dell'accostarsi al labbro del fosso per tutta la sua lunghezza) si può dar caso, che dopo un tratto in cui essa apparisca stagnante, succeda nel fondo del canale qualche piccol ridosso sopra cui corra con pendenza, e quindi di nuovo per altro tratto si faccia vedere quieta, ed orizzontale. Un effetto simile a' ridossi predetti ponno fare le canne, e le erbe che ingombrano gli alvei de' condotti, ove lungo tempo si sia trascurato di agherbarli, nè è credibile quanta differenza d'altezza si possa trovare nella superficie dell'acqua fra due punti alquanto discosti di simili canali, quando il tratto di mezzo è folto d'alighe, di cannucce, e di simili intoppi. Conviene pertanto accertarsi, che l'acqua sia perfettamente stagnante, chiudendola a luogo a luogo con argini che la sostengano ad una considerabile altezza, e lasciandola riposare qualche tempo, riconoscerla veramente tale per mezzo di segni fissi posti a fior d'acqua sul principio, e sul fine di ciascuno de' tratti intracchiusi fra due argini.

Per altro i livelli ordinarj, massimamente ove sieno guerniti di cannocchiali, e maneggiati da persone diligenti, ed esperte, non lasciano di riuscire nella pratica bastantemente esatti. La maggior parte di essi richiede tuttavia, che di quando in quando si rettifichino, cioè che si accerti, che la linea per cui si traguarda quando il livello si ha per situato nella debita positura, sia veramente orizzontale, il che si fa con diversi metodi già noti, e applicabili or l'uno, or l'altro alle diverse maniere de' livelli. Ma la cautela di collocare sempre il livello in distanze a un dipresso eguali dall'uno, e dall'altro de' due scopi a' quali si mira, può supplire in qualche parte all'esattezza della rettificazione, anzi tal

Qui mi si presenta l'occasione di manifestare un *errore* assai *comune, ch'è di congetturare la felicità di uno scolo dalla velocità, colla quale si vede correre l'acqua di esso*. Non v'ha dubbio, per quello che tante volte si è detto, che la velocità dell'acqua non dipenda, o dal declivio dell'alveo, o dall'altezza viva della medesima;

---

cautela è assolutamente necessaria, ancorchè il livello sia perfettamente rettificato, quando le guardate fossero molto lunghe, come ponno esserlo nell'uso de' livelli forniti di cannocchiali.

Fra le diverse maniere che sono state inventate di simili strumenti, quella a mio credere e da preferire, per cui più speditamente si ottiene di situar la linea del traguardo in positura orizzontale; e tale per le prove fattene, ho trovato riuscir quel livello, che per la prima volta vidi adoperare l'anno 1719 dal sig. Domenico Corradi matematico del serenissimo sig. Duca di Modena. Consiste lo strumento in un semplice cannocchiale lungo meno di due palmi, a cui per di sotto è attaccato un gran peso, e di sopra per mezzo di due braccia di metallo, che partono dalle estremità del tubo, e riescono ad una catena fatta di lastre d'ottone, si sospende la macchina sempre ad un medesimo uncino conficcato in cima d'un bastone, consistendo tutto l'artificio nel fare le snodature della catena così agevoli, e l'appicco di essa all'uncino così dilicato, che lo strumento ogni volta che si sospende, debba per forza del suo peso sempre rimettersi nella stessissima positura, e perciò l'asse del cannocchiale (ove una volta essendo sospeso l'istrumento sia stato situato in positura orizzontale colla rettificazione) sempre si equilibri all'orizzonte. Con ciò si risparmia il gran tempo, che conviene perdere negli altri livelli per situare i traguardi, o il cannocchiale in linea orizzontale. Non vi ha che un poco di tremore, che l'istrumento ritiene dopo di esser sospeso, e dirizzato allo scopo, ma quando l'aria sia quieta, cessa ben tosto anche questo piccolo incomodo, nè vi ha che il vento che ne renda l'uso difficile. Si vuol anco avvertire, che piovendo alcun poco qualche gocciola di acqua che si fermi sullo strumento più da una parte, che dall'altra può sbilanciarlo, ma tal accidente non è difficile a schifarsi.

Con un simil livello il sig. Bernardino Zendrini matematico della serenissima repubblica di Venezia, col quale mi trovai in commissione l'anno 1731 per l'affare della diversione de' fiumi di Ravenna, fece speditissimamente tutte le livellazioni che concernevano una sì grand'opera, per traversi lunghi dove quattro, dove sei, dove più miglia, e ciò con tanta esattezza che rifacendo le medesime operazioni all'indietro per altre diverse strade tornavano fra' medesimi termini le medesime differenze di altezza dentro i limiti di un'oncia, e di una mezz'oncia; nè punto diverse risultavano quelle che si erano rilevate dietro il naviglio, chiamato il Candiano, dalla città fino al mare, coll'aver renduta stagnante l'acqua dello stesso naviglio; concordando tanto le une, quanto le altre con quelle, che alcuni anni prima avea trovato il fu dottor Giuseppe Antonio Nadi, valendosi anch'esso di livello a' cannocchiali, benchè di artificio diverso, e alquanto più difficile a maneggiarsi.

Non debbo lasciar per ultimo di avvertire, che ne' livelli sforniti di cannocchiale, sebbene comunemente suol rigettarsi quello, per cui senza mire si traguarda alla superficie dell'acqua in due tubi di cristallo fra loro comunicanti, col motivo, che quel poco di elevazione che essa soffre presso le pareti de' tubi renda incerto il traguardo, e mal sicura l'orizzontale; nulladimeno l'esperienza

ogni volta adunque che l'acqua si vedrà correre con gran velocità, bisognerà dire, o che l'alveo sia molto declive, o che l'altezza del corpo di acqua sia grande: e ciò (sia nell'una, o nell'altra maniera) porta pregiudicio allo scolo; poichè, se si parla della declività dell'alveo, (1) certo è, che quando l'alveo è più declive, il di lui fondo

---

ha mostrato, che ove si adoperi acqua tinta di color rosso ben carico in tubi di cristallo ben chiaro, senza vene, o bolle, o ove si tenga l'occhio in tal distanza dal livello, e in tal positura, che la visuale tocchi alternamente l'uno, e l'altro tubo, e si vegga l'una, e l'altra superficie con quella maggior distinzione, che è possibile averla nella loro inegual distanza dall'occhio, si accerta assai bene la positura dello scopo, tuttavolta che la guardata sia piccola, come di 10 pertiche in circa, e non più; e per altro questo metodo è speditissimo, non essendo sì tosto piantato il livello, che la linea del traguardo è orizzontale, il che ricompensa colla brevità del tempo il maggior numero delle stazioni, che convien fare. Io posso attestare, che rifattasi per tal maniera dal sig. Ercole Buonaccorsi la maggior parte delle livellazioni di sopra mentovate de' fiumi di Ravenna, tornarono sempre senza divario maggiore di mezz'oncia, anzi livellatosi nello stesso modo dal sig. Giulio Cassani l'anno 1725 un tratto di oltre 40 miglia del nostro Reno alla spiaggia del mare con più di 100 positure di livello, non si trovarono che pochissime once di divario da ciò, che per livellazioni fatte la maggior parte con acqua stagnante, si sapeva doversi trovar di caduta fra que' due termini.

(1) Questa considerazione si adatta propriamente a' terreni, per mezzo de' quali passi un condotto di scolo, che vada ricevendo le acque de' fossi scavati fra le colture, e allora mostra l'autore, che la pendenza del condotto nuoce allo scolo in vece di giovargli. Ma quando si trattasse di asciugare un sito inondato, o palustre con aprire all'estremità di esso un esito all'acqua stagnante, e vi fosse modo d'inviarla (per un condotto da farsi da quel punto in giù) a diversi termini per linee inegualmente declivi, ponno nascere delle riflessioni in ordine alla scelta della maggiore, o della minore pendenza per la felicità dello scolo; sopra di che stimo opportuno fermarmi alquanto, parendomi che tal materia non sia per anco stata bastantemente illustrata.

Posto dunque che sia dato il fondo, o soglia dell'emissario B (*fig.* 89.) da aprirsi nella palude, o lago LABX, e parimente data l'altezza dell'acqua AB sopra il detto fondo dell'emissario, e supposto che nella palude influisca costantemente una medesima quantità d'acqua, se intenderemo un canale orizzontale PBO, la cui larghezza sia per l'appunto tanta, quanto è necessario per estrarre colla velocità competente al detto canale sotto l'altezza AB una quantità d'acqua eguale a quella, che entra nella palude in tempo eguale, dico che applicando al fondo dell'emissario B, in vece del canale orizzontale BP l'inclinato BE, questo tirerà bensì sul principio maggior quantità d'acqua, che l'orizzontale predetto, ma in proseguimento di tempo, la superficie del lago di nuovo si renderà permanente, e però non ne uscirà per l'inclinato niente di più di quello che ne esce per l'orizzontale, e ciò qualunque sia la larghezza dell'inclinato BE, compensando la natura col maggior abbassamento della sezioni di questo, quel di più che potrebbe rapire d'acqua in virtù della inclinazione, e della larghezza.

Imperocchè tirando per B al piano BE la perpendicolare BC, la quale incontri il livello dell'acqua della palude in C, e prendendo la BD eguale alla BA,

progredendo dal basso all'alto, si va più elevando, e per conseguenza va avvicinandosi al piano delle campagne, più che non farebbe, quando il medesimo alveo avesse minore declività; il che vuol dire,

descritta coll' asse BC, e col vertice C una parabola CBE, se fra CB, CD si prenderanno due medie proporzionali, e come BC alla prima di esse medie, così si farà BE ad MN, la quale si ordini alla parabola in M, dimostra il Guglielmini nella proposizione 2.ª del libro 5.° delle acque correnti, che lo spazio parabolico BMNE sarà eguale ad un'altra parabola BDE, la quale coll' asse BD, o col vertice D fosse descritta sopra la medesima base BE. Ma lo spazio predetto BMNE è la scala delle velocità della prima sezione del canale inclinato, se l'acqua vi corresse coll' altezza BM, o la parabola BDE (presa la BE per velocità comune del punto B, giacchè questa secondo le ipotesi comunemente ricevute, dee essere la medesima nel canale orizzontale, e nell' inclinato) o la scala delle velocità della sezione AB del canale orizzontale (essendo per la costruzione l'asse BD, eguale all' altezza dell' acqua BA) dunque la velocità della prima sezione dell' inclinato corrente sotto l'altezza BM è eguale alla velocità dell' orizzontale. Il che stante se le loro larghezze saranno eguali, lo saranno ancora le quantità d'acqua estratte dal lago in tempi eguali. Ma l'acqua che estrae il canale orizzontale, si suppone eguale a quella che influisce nel lago; dunque anco per la prima sezione dell' inclinato corrente coll' altezza BM, tanto si scarica d'acqua del lago, quanto in esso ne influisce; e però la superficie del lago, e quella del canale in M sarà permanente, nè questo, arrivato che sia al segno M, potrà per l'avvenire scaricarne più, nè meno dell' orizzontale. Che se poi la larghezza dell' inclinato non sarà eguale a quella del detto canale orizzontale, allora intendendo, che come la larghezza dell'inclinato a quella dell' orizzontale, così stia lo spazio MNBE allo spazio parabolico BTYE, è chiaro, che BT sarà l'altezza permanente, sotto cui la prima sezione dell' inclinato, scaricherà la medesima quantità d'acqua di prima, onde ne seguirà di nuovo, che la superficie si farà permanente, e si scaricherà per essa tant'acqua, quanta per l'orizzontale. Onde si può osservare, che l'altezza MB, o BT della prima sezione dell'inclinato non è determinabile, se non quando oltre la larghezza del canale inclinato, sia anco data quella che bisognerebbe all' orizzontale per estraer dal lago sotto l'altezza AB una quantità d'acqua, eguale a quella che influisce nel lago, o quel che è lo stesso, quando sia data la quantità dell' influsso, e un tal dato si dee aggiugnere a quelli della mentovata proposizione 2.ª del libro 5.° delle acque correnti, e dello scoglio della medesima proposizione.

Ciò premesso, convien considerare che quando all' emissario B, si apponga il canale inclinato BE, al primo aprirsi dell' emissario, non potrà l'acqua della palude in un istante prendere nella prima sezione quell' altezza (sia BM, o BT secondo la larghezza del canale) sotto cui si è mostrato, che la superficie è per rendersi permanente, ma abbassandosi di mano in mano, prima nelle parti più vicine all' emissario, e poi nelle più lontane, come in AZ, QR, e in altre positure sempre più basse, ne risulteranno le altezze della prima sezione BZ, BR ec. sempre mutabili, e nelle quali la superficie non si potrà stabilire, mentre essendosi mostrato, che la BM (nel caso delle larghezze ineguali) è quell' altezza sotto cui passerà per la prima sezione tutta per l'appunto la quantità d'acqua influente nel lago, è manifesto, che sotto le altezze BZ, BR ne uscirà quantità maggiore dell' influsso, e però è forza che l'acqua nella prima sezione si vada abbassando da Z in R ec. finchè sia giunta la superficie del lago alla positura

che la gran caduta dello scolo, ne leva altrettanta ai fossi particolari, che è quella che principalmente dee desiderarsi; rispetto poi all'altezza viva dell'acqua dello scolo, ognuno sa, che *quanto è maggiore l'altezza dell'acqua, tanto più difficilmente vi entra dentro*

SM (o rispettivamente alla ST) nel quale stato l'esito è eguale all'influsso; e il Guglielmini mostra alla proposizione 4.ª del libro 5.° che la superficie SM si stabilirà in un piano declive tirato dal punto S, nel quale EB prodotta allo insù incontrerebbe la superficie del lago, al punto M, o T dell'altezza permanente nella prima sezione. Egli è dunque necessario, che il canale inclinato, benchè sul principio scarichi più acqua dell'orizzontale, si riduca tosto, o tardi a scaricarne precisamente altrettanta, che questo ne scaricherebbe, e ciò qualunque sia la larghezza dell'inclinato. Il che ec.

Quando dunque nella palude influisse perpetuamente la medesima quantità d'acqua, l'apporre all'emissario B, in vece d'un condotto orizzontale un inclinato di qualunque inclinazione, o di qualunque larghezza gioverebbe bensì per far abbassar l'acqua nel tratto più vicino all'emissario, cioè fino al punto S determinato come sopra, e tanto maggiore sarebbe l'abbassamento, quanto maggiore fosse la larghezza del canale (e maggiore ancora a misura della maggior inclinazione di questo, se non che allora accostandosi il punto S ad A, il tratto dell'abbassamento SA, si farebbe minore posta egual larghezza) ma per lo rimanente del sito innondato SLXO, non vi sarebbe divario alcuno da un canale inclinato a quell'orizzontale, che fosse della larghezza necessaria a smaltir per l'appunto la quantità d'acqua influente entro di quel ricinto; e se tal larghezza fosse nota per esperienza (o per la notizia che si avesse della quantità dell'influsso) si potrebbe co' fondamenti premessi per ogni larghezza, e per ogni inclinazione data del canale BE calcolare, e il tratto AS, e la quantità dell'abbassamento, trovando l'altezza BM, o BT della prima sezione nel modo che si è detto.

Nè paia strano, che accrescendo la larghezza del canale inclinato, non si possa fare altro guadagno, quando egli è pur certo, che apponendovene un orizzontale più largo, di quello che si è supposto (cioè che sotto l'altezza AB mantenga permanente la superficie del lago) l'acqua di questo si abbasserebbe fino alle parti più rimote dal punto A; perocchè sebbene il canal orizzontale più largo farebbe tal effetto sul principio, e con maggior estensione dell'abbassamento, tuttavia in ricompensa di ciò la quantità di questo abbassamento sarebbe minore, nè durerebbe molto un tal effetto, mentre quando il livello del lago fosse calato di tanto da potere sotto quella larghezza mandar fuori tutta l'acqua influente in esso, ivi si arresterebbe la superficie, e di nuovo si farebbe permanente. E perciò quando si sia ne' supposti, ne' quali ora parliamo, e l'esperienza mostri, che uno scolo orizzontale d'una tal larghezza, mantenga l'acqua innondante precisamente nel suo livello, allora (posto che non si possa, o non si voglia variare il fondo B dell'emissario) se si ha in pensiero di asciugar solamente i terreni più vicini all'emissario, lasciando gli altri come stanno (come a cagion d'esempio ad uso di pescagione) tornerà conto in vece del canale orizzontale apporvene un inclinato; ma se si cerca l'universal benefizio di tutto il tratto innondato fino alle parti più rimote dall'emissario, benchè non con tanta diminuzione d'altezza d'acqua; allora gioverà piuttosto allargare l'orizzontale. Lo stesso giudicio si dovrà fare quand'anco non si abbia alcuna sperienza, e altra notizia intorno allo scolo di quella palude, dovendo sempre l'inclinato prevalere all'orizzontale

quella de' fossi laterali; e perciò per l'uno, e per l'altro capo, *la velocità dell'acqua del condotto non arguisce bontà in esso, ma più tosto interrimento del di lui fondo*; ed in fatti le acque degli scoli interriti, nel sormontare che fanno i dossi dell'interrimento, acquistano velocità maggiore, precipitando, per così dire da essi; e da ciò

---

egualmente largo nel fare scemar l'acqua nelle parti vicine all'emissario, e al contrario preferirsi l'orizzontale nello scolo generale di tutta l'estensione della palude. E da tutto ciò si raccoglie, che ogni larghezza possibile del canale, o inclinato, o orizzontale è atta a ridur tosto, o tardi la superficie del lago allo stato di permanenza.

Egli è ben vero, che essendo sempre maggiori gli effetti delle resistenze (nate da' soffregamenti, dalle tortuosità, dall'erbe, e cannucce, che ingombrano gli alvei, e dagli altri intoppi) in un canale orizzontale, che in un inclinato, tutto il discorso sinora fatto in termini astratti mancherà in pratica dal serbare esattamente le proporzioni spiegate; e mancherà sempre in vantaggio dell'inclinato, con fargli rapir più acqua, di quello che mostrino le regole addotte; e inoltre la medesima maggior libertà di corso nell'inclinato potrà per avventura, quando l'altezza AB sia molto notabile, fare che egli roda, ed abbassi il fondo, e dell'emissario B, e della palude nelle parti più vicine a questo, il che forse non farebbe l'orizzontale, ancorchè la materia sia capace di corrosione; onde atteso tutto ciò, si ponno grandemente variar gli effetti; e però avendo riguardo a tutte queste circostanze, si troverà forse nella pratica doversi per lo più preferire il canale inclinato, siccome lo preferisce il sig. Tommaso Narducci, dottissimo gentiluomo Lucchese nel suo trattato del paragone de' canali, comecchè in esso prenda per fondamento altre ipotesi alquanto diverse dalle nostre. E tanto più, perchè negli scoli delle pianure, le inclinazioni che si ponno, o si sogliono dare a' condotti, sono per l'ordinario così piccole, che il punto S, in cui il canale BE prolungato concorre colla superficie della palude LSA può essere così lontano dall'emissario, che il tratto SA, si stenda fino alle parti più rimote di essa palude. Anzi è da osservare, che quando si dasse caso, che il punto del detto concorso S cadesse più lontano da quel che sia l'estensione della palude, allora lo scolo per mezzo del canale inclinato, si renderebbe universale abbassandosi tutta la superficie innondante, non solamente sul primo aprirsi dell'emissario, ma per fino a tanto, che l'acqua incontrasse nel suo calare la retta prodotta EB nell'orlo del tratto ancora innondato, nè prima d'allora la superficie del canale si potrebbe far permanente, ma sempre porterebbe fuori più acqua, di quella che entrasse nella palude.

In tutto questo discorso si è preso per supposto, che nella palude influisca perpetuamente una quantità costante d'acqua. Che se niente ve ne entrasse (come accade in quelle paludi, che non hanno sorgenti vive, ma sono fatte dal ristagno di acque cadutevi dagli scoli d'altri terreni, che nell'estate punto non ne tramandano) allora siccome volendo darle scolo per un canale orizzontale il pelo dell'acqua stagnante perpetuamente si abbasserebbe, così lo farebbe ancora, se il canale fosse inclinato, salva la differenza accennata nella positura della superficie della palude, come avverte il Guglielmini nello scolio della detta proposizione 5.ª del libro 2.°, dovendosi sempre, e in ogni stato mantenere la proporzione dell'altezza variabile BA alla BM. E di qui ancora si può prender lume per giudicare di quello che accaderebbe, se la quantità d'acqua influente nella palude non fosse costante, ma variabile con qualche costante regola.

principalmente si deduce l'esistenza del dosso medesimo. *Perchè uno scolo goda di tutta la felicità possibile, conviene che il di lui pelo di acqua sia sempre orizzontale a quello del recipiente:* e ciò è incompatibile, colla caduta del fondo dell'alveo, e colla grande altezza viva dell'acqua che corre per esso; bensì *concorre a rendere il pelo medesimo, se non affatto orizzontale, almeno insensibilmente differente da esso, il togliere tutta la caduta al fondo del condotto, ed il darli tale latitudine, che per la soprabbondanza di essa, renda l'acqua quasi stagnante*, ed abbassata quasi sul pelo del recipiente: circostanza che toglie a questa quel grado di velocità, che per altro avrebbe ristretto che fosse l'alveo. Piuttosto adunque, *dal vedere l'acqua di uno scolo, seguitamente sino al suo termine, con poco moto si può arguire, ch'esso faccia il suo ufficio con felicità*, che dall'osservare in esso le acque assai veloci.

Io non voglio perciò negare, che la velocità dell'acqua in un condotto, non sia una condizione desiderabile, ed utile per mantenere espurgato il di lui alveo, o almeno per impedire, che l'interrimento non si faccia così sollecitamente; ma tale io l'asserisco solo nei casi, nei quali i fossi particolari hanno in esso tutta la caduta, che loro fa di mestieri, e ne avanza al condotto tanta che basti a smaltire l'acqua con gran velocità; altrimenti, *se la caduta del condotto*, come il più delle volte accade, *leva a' fossi quella che loro è necessaria, bisogna toglierla al primo, ed aggiungerla ai secondi, resti*, o *no veloce il corso dell'acqua del pubblico scolo*. Prescindendo da ciò, *torna sempre a conto di fare, che l'acqua del predetto scolo corra, il più veloce che sia possibile al suo termine*, acciocchè la velocità influisca in tenere più bassa la di lei superficie; *ciò si otterrà*, se si allontaneranno tutti gl'impedimenti; siano essi, o erbe nate nel fondo dell'alveo, che in luoghi simili sono solite crescere ben alte, e impedire col loro corpo, ristringendo le sezioni del condotto, ed in altra maniera la velocità all'acqua; o ponti; o lavorieri da pesche; o ripari; o simili; similmente, se lo scolo (quando le altre circostanze lo permettano) si porterà al suo termine per la più breve linea; se si toglieranno, quanto sia possibile le tortuosità; se lo sbocco dei fossi particolari entrerà a seconda della corrente, e generalmente, *se si terrà lontano tutto ciò, che serve di ritardo al corso dell'acqua*.

IV. *La terra escavata dal condotto* (siasi, o nella primiera costruzione di esso, o nelle reiterate escavazioni) *si porti, o si getti al largo, lontano dalla ripa del condotto*, acciocchè le piogge non ve la riportino dentro; e per la stessa ragione *bisognando regolarla in argine, si procuri che la scarpa di esso verso il condotto, sia poco declive, e tale sia anche quella dell'escavazione*.

V. Rispetto alla *larghezza degli scoli*, è certo, che *quanto sarà*

maggiore, tanto sarà migliore; si dee però avvertire di non consumare inutilmente il terreno; particolarmente nei casi, nei quali la caduta dei terreni può admettere minore la larghezza, e collo stesso beneficio: ma negli *scoli che sono muniti di chiavica, le fosse deono essere tanto larghe, che possano contenere, occorrendo, coll' aiuto dei fossi delle campagne, tutta, o la maggior parte dell' acqua, che può piovere nel tempo nel quale* regolarmente *suol stare serrata la chiavica.*

VI. Nell' elezione del luogo nel quale si *deono fabbricare le chiaviche,* si dee avere una particolare avvertenza; poichè debbono farsi *in tale distanza dal fiume, che la corrosione non possa avanzarsi a scuotere i di lei fondamenti;* altrimenti si sarà in pericolo di perdere in breve tempo l' uso di essa, e di obbligare gl' interessati alla spesa di nuova fabbrica; *non dee però detta distanza essere soverchia;* attesochè interrendosi ad ogni piena del fiume recipiente, quando sia torbido, il canale ohe dalla ohiavica va al labbro del fiume, rendesi maggiore la spesa dell' escavazione, quanto più il detto canale è lungo. In oltre *dee lo sbocco di detto canale, secondare colla sua direzione la corrente del fiume,* e non mai terminare in un alluvione, per la ragione allegata. Quindi è, che bisogna talmente attemperare le cose che si uniscono insieme la sicurezza delle chiaviche, e la minore spesa possibile per l' escavazione del canale che sta avanti di esse.

Quanto al maneggiare le medesime, non vi ha dubbio, ohe le regole dipendono dalla pratica, e dalla esperienza degli effetti, sì del fiume, nel quale esse sboccano, sì del condotto il quale da esse è terminato: generalmente però si può dare per regola, che *le chiaviche debbano stare aperte, ogni volta che l' acqua del condotto è, o sarebbe, chiusa che fosse la chiavica, più alta di quella del fiume; e sempre serrata, quando quella del fiume è più alta di quella del condotto;* perciò può darsi il caso che un fiume corra con una piena altissima, e non ostante restino aperte le porte delle chiaviche; all' incontro debbano restar chiuse le medesime in una piena mezzana; perchè se nel primo caso il condotto porterà acqua abbondante, potrà la di lei altezza pareggiare, ed anco superare quella della piena; ma nel secondo, può essere l' acqua dello scolo così scarsa, che la piena mezzana la superi di molto, nell' elevazione della superficie.

Serve anche per regola universale la seguente, cioè *se l' interrimento fatto nel canale esteriore alla chiavica, cessando la piena, resta più basso che il pelo dell' acqua ritenuta nel condotto interiore;* purchè in tale stato si possano aprire le porte, *basta dar esito all' acqua del condotto;* poichè questa coopererà ad escavare, o totalmente escaverà col suo corso l' interrimento di detto canale; tanto più ch' egli

suol essere facile ad essere levato, quando non sia ancora stato asciugato dal Sole; poichè in tale stato suol essere, per così dire, di natura mezzana fra l'acqua, e la terra. All'incontro *restando l'interrimento più alto del pelo dell'acqua interiore alla chiavica, conviene escavare manualmente un picciolo fossetto, e profondarlo tanto, che alzata che sia la porta della chiavica, possa correre per esso l'acqua trattenuta*, ed attendere che col benefizio, o del solo corso dell'acqua, o d'aiuto aggiuntovi, si levi il restante dell'interrimento; avvertendo sempre, che ciò che si conosce non potere ottenersi dalla sola forza dell'acqua, si dee impetrare dalla fatica degli uomini.

VII. Hanno gli scoli le loro piene *in tempo di pioggie*, e correndo ristretti fra le ripe, *può essere che il corpo d'acqua di essi tanto si elevi, che possa sormontare le sponde nei siti inferiori*: in tal caso è *necessaria la difesa degli argini* per impedire le innondazioni; ma i medesimi difficultano l'uso dello scolo ai terreni contigui, quindi fa di mestieri, che *questi abbiano uno scolo particolare, e in niuna maniera comunicante col primo; o pure* dovendo essi scolare in questo, che *si provveda di chiaviche da chiudere in tempo di piena, e da aprirsi dopo che sarà cessata*. Può anche darsi il caso, che se il condotto principale entrerà senza chiavica in un fiume, gl'interrimenti fatti dai rigurgiti di questo, non pregiudichino già allo scolo de' terreni superiori; ma bensì a quello dei terreni inferiori, e riesca troppo dispendioso il levarli ad ogni piena; allora *se vi sarà luogo più idoneo, non torna conto di sboccare lo scolo minore nel maggiore*, ma bensì di portarlo ad altro termine più basso; e sebbene qualche volta osta l'andamento del medesimo scolo maggiore, il quale interseca la strada che dovrebbe fare il minore; nulladimeno *si può per via di botte sotterranea, far passare l'acqua sotto il di lui fondo, ed incamminarla a luogo conveniente*, come ordinariamente si pratica nei casi simili, e quando i terreni sono così bassi di superficie, che richiedono per lo scolo delle acque proprie, maggiore bassezza alla foce del condotto.

Giacchè l'occasione ha portato di avere a far menzione delle botti sotterranee, non sarà fuori di proposito di aggiugnere, per compimento di questa materia, qualche considerazione intorno di esse. Non è cosa nuova, che due corsi di acqua s'intersechino, l'un l'altro, senza mischiarsi insieme di sorte veruna; e siccome procedono da diverse parti, così si portino dopo l'intersecazione verso parti contrarie. Ciò s'osserva frequentemente nei canali d'irrigazione, che bagnano quasi tutta la Lombardia; e nei condotti, pure di scolo, che tengono essiccata gran parte del Ferrarese, del Polesine di Rovigo, e del Padovano. Si pratica ciò col far passare un canale sotto, o sopra di un altro, facendogli un alveo separato, o di muro, o di legname,

per lo quale si porti da una ripa all'altra del canale che si traversa. (1) Se tale fabbrica si fa in maniera, che possa servire di alveo ad un canale, che passi sopra dell'acqua di un altro, il quale scorra per un alveo di terra, ella si chiama *ponte-canale;* perchè per l'appunto fa l'ufficio di ponte, ed insieme quello di canale; ma se la medesima fabbrica porterà l'acqua sotto il fondo di un altro fiume, o canale, che pure abbia l'alveo suo formato di terra, allora si chiama *botte sotterranea*.

I ponti canali sono di due sorti; poichè, o essi sono così elevati sopra il pelo del canale, sopra del quale passano, che il detto pelo, nè anche in tempo di piena arriva a toccarli; o pure così poco, che o in tempo di piena, o sempre, si faccia del ristagno dalla parte superiore. Sopra dei primi cadono poche considerazioni: solo si dee avvertire, che la loro altezza non pregiudichi alla caduta necessaria alla parte superiore del canale che dentro vi corre, e che perciò non obblighi a soverchie, e replicate escavazioni; buona regola perciò sarebbe, *che il loro fondo si accomodasse alla cadente naturale del fondo di esso canale;* perchè situandolo alla prima più basso, si leverà la caduta alla parte inferiore, e perciò succederanno deposizioni, che obbligheranno a fare nuovo alzamento di sponde, o pure a mantenere scavato l'alveo predetto; e facendolo più alto, si faranno interrimenti nella parte superiore, e nella inferiore vi sarà una cateratta, che col corso troppo veloce dell'acqua potrà mettere in pericolo la fabbrica; ben è vero, che in tali casi, nei quali per lo più i canali sono piccioli, le cadute sono altresì difettose, e l'escavazione supplisce ad ogni cattivo effetto. Ma se si dovesse praticare tale artificio in fiumi grandi, sarebbe necessaria ogni maggiore avvertenza, e si dovrebbe anche considerare ciò che potesse succedere, quando per alcuno di quelli accidenti, dei quali non manca l'incertezza delle cose mondane restasse, o deteriorata, o distrutta la fabbrica del ponte-canale; che mezzi potessero tenersi nella di lui riedificazione, o ristorazione; a qual parte si dovesse nel tempo dell'operazione divertire il fiume, onde si avesse a ricavare il denaro; e se l'enormità della spesa necessaria, per eseguire simili intraprese, avesse in contrapposto quell'utile ch'ella merita. Quindi è, che *le fabbriche di tal sorte non si vedono in uso, che per acque mediocri, e per lo più chiare,* circa le quali non sono necessarie tante cautele.

I ponti-canali poi, i quali col loro fondo arrivano a toccare la

(1) Quelli che l'autore chiama in questo luogo *ponti canali* sogliono eziandio in Toscana chiamarsi *ponti a fiume*, e quelle che egli denomina *botti sotterranee*, altri dicono *trombe, o chiaviche sotterranee*.

superficie dell'acque del fiume che traversano, oltre le predette riflessioni, addimandano la ponderazione degli effetti che ponno succedere nel fiume inferiore, i quali *quando veramente non succeda ristagno d'acqua, non saranno differenti da quelli che fa un ponte ordinario*, dei quali abbiamo avuto discorso nel *cap. VII.* ma quando faccia ristagno, cioè quando la superficie dell'acqua del fiume inferiore sia obbligata a causa dell'impedimento incontrato, ad elevarsi nella parte superiore al ponte canale, più della di lui apertura; allora secondo la diversa velocità dell'acqua, nasceranno effetti diversi; poichè *in ogni maniera l'acqua impedita vorrà farsi davanti al ponte, quell'altezza che può essere sufficiente ad acquistare tanta velocità da passare tutta per lo vano del ponte medesimo;* e perchè trovandosi l'acqua molto veloce, per causa dei gradi di celerità acquistati nella discesa, non accresce a se medesima nuova velocità per poca altezza d'acqua sopraggiunta; può darsi il caso che questa si faccia tanto grande, che sormonti le ripe, o l'ostacolo del ponte-canale; e con ciò, o trovi altra strada al suo corso, o renda inutile, ed anche rovini la fabbrica di esso. *Ordinariamente* però, ciò non accaderà, ma *acquisterà l'acqua tale altezza, che potrà passare per lo vacuo del ponte*. Ben è vero, che accrescendosi con questo mezzo la velocità dell'acqua medesima, *se il fondo del canale inferiore non avrà una soglia stabile, si formerà un gorgo sotto il ponte, che potrà mettere in pericolo i fondamenti di esso;* i quali perciò, nell'ideare la fabbrica del medesimo, si deono determinare molto profondi, ad oggetto di prevenire il pericolo. È superfluo il motivare, che *la larghezza di queste fabbriche, non dee essere minore di quella dell'alveo ordinario del canale*, che dee passare per esse, e che *la loro lunghezza non dee estendersi, solamente per tutta la larghezza del fiume inferiore, ma molto più*, col fine d'impedire, che l'acqua del canale superiore, o trappellando per li pori della terra, o rodendo da alcuna parte le proprie sponde, non si faccia strada, o non si apra una foce nelle sponde dell'inferiore; e perciò *nei fiumi, le corrosioni dei quali non sono facili da impedire, l'esito dei ponti canali è incerto*, non avendosi sicurezza, ch'essi debbano sempre andare ad imboccarli.

Simboleggiano coi ponti-canali di quest'ultima sorte (*vedi le fig.* 55. e 56.) *le botti sotterranee;* poichè queste *non sono altro, che il vano che lasciano essi sotto di loro, fortificato con fabbrica di muro o di legno:* queste pure sono di due sorti, cioè, o col fondo piano, o col fondo concavo: le prime di nuovo si dividono, perchè, o l'acque passano per la botte liberamente, e senza essere trattenute, o pure con ristagno. *Le botti libere traversano il fiume, o canale superiore per di sotto, senz'alcuna variazione nel corso dell'acqua del canale inferiore*, ma dee avvertirsi, che non ponno aver luogo, che in caso di

traversare un fiume, il fondo del quale sia molto elevato sopra quello del canale che passa per esse; ed *è necessario, che la differenza delle cadute addimandate dall' uno, e dall' altro canale, per condursi al suo termine, sia almeno tanta quanta dev' essere l' altezza della botte, compresa la grossezza del volto di essa; e la caduta sia maggiore nel canale superiore;* altrimenti, parlando di acque, che interriscano gli alvei proprj, (1) o la botte muterà natura, o si renderà inutile in breve tempo. *Le botti ristagnate* poi *producono quegli effetti che* di sopra *abbiamo detto succedere, quando l' acque che passano sotto i ponti canali, fanno del ristagno*, ed a questo si dee avere riguardo nel munire di argini il canale dalla parte di sopra. Finalmente *le botti che hanno il fondo concavo, sono del genere di quelle che hanno necessario il ristagno;* e si praticano nei casi, nei quali si deono traversare fiumi, o canali più bassi di fondo di quello permetta la cadente del canale che dee passare per la botte; poichè *se il canale traversato esigerà caduta minore di quella che addimanda il canale traversante, bisognerà che questo si passi sopra per un ponte-canale; o non potendo* (come quando la differenza di dette cadute è minore del corpo d' acqua, che porta il canale traversato) *passi sotto il di lui fondo, ma per una botte concava*, dentro la quale discendendo l' acqua dalla parte superiore, risalti poi, e torni fuori a forza d' equilibrio nella parte inferiore, dove trovando un alveo proporzionato, s' incammini per esso al suo viaggio. *L' acqua* che corre per botti di questa sorte, s' ella *è perenne, bisogna che le mantenga sempre piene;* perchè è necessaria la continuazione dell' acqua, e la resistenza delle sponde, acciò la forza dell' equilibrio possa operare; anzi *le parti interiori tutte della fabbrica patiscono dall' acqua medesima, una spinta considerabile, che rendesi maggiore, quanto più grande è la saetta della concavità*, cioè a dire, quanto più la medesima botte resta profonda; quindi è, che nel destinare le grossezze dei volti di essa, bisogna avere riflesso alla forza, alla quale deono resistere; ed abbondare piuttosto, che mancare nella robustezza, e buona costruzione del lavoro, attesa la difficoltà, che si può incontrare nell' avere di nuovo a porvi le mani a cagione, sì del canale che vi passa sopra, sì di quello che dentro vi dee scorrere. *Le botti concave non ponno servire per acque che portino sassi, o ghiare*, perchè queste materie non trovano già difficoltà veruna ad entrare in esse; ma ne incontrano molta all' uscirne, che si rende loro difficile, se non impossibile, contrastando al rimontare in alto la gravità delle medesime: quindi è, che in tali circostanze riempiendosi, si chiude il passaggio all' acqua, e la botte cessa dal suo

(1) Cioè a dire: di botte libera che era, diverrà botte ristagnata.

ufficio; lo stesso fanno, ma in più lungo spazio di tempo, l'acque che depongono de' tartari da' lati de' condotti che le portano; e perciò bisogna esaminare la natura dell' acqua prima d' intraprendere il lavoro.

Gli effetti sono di dare il passaggio assai buono alle acque da una parte all' altra del fiume che traversano, quando anche portino materia limosa; perchè questa restando incorporata all' acqua, seguita con facilità i moti di essa; e cessando il corso, può ben deporsi il limo; ma restando bagnato dall' acqua continua, che resta stagnante nel concavo della botte, è facile a solevarsi di nuovo, e ad uscirne al primo corso d' acqua che sopravvenga. Maggiore difficoltà s' incotrerà nelle materie arenose, che ponno essere di differente peso, e grossezza; delle quali perciò, altre usciranno con facilità, altre con difficoltà, ed altre di niuna maniera; dipendendo ciò dalla proporzione, che ha la forza dell' acqua alla resistenza della materia, che da essa dev' essere trasportata; per determinare la forza dell' acqua, serve molto l' osservazione della differenza del livello de' peli d' acqua, tanto all' entrare che all' uscire dalla botte; poichè, *se il pelo dell' acqua che entra, sarà orizzontale con quello dell' acqua che esce* (come succede, quando i fondi del canale superiore, ed inferiore, sono nella cadente medesima, e l' acqua non riceve impedimento veruno all' entrata) *eguale sarà la forza dell' acqua da una parte, e dall' altra della botte*; ma *se l' acqua avrà il pelo più alto all' entrare, che all' uscire dalla botte, allora maggiore sarà la forza dell' acqua che esce*. La resistenza poi della materia che dee essere trasportata, si varia dalla mole, e gravità de' piccioli rottami di essa; e quando non possa essere solevata, ed incorporata all' acqua, come succede alle arene più grosse, si varia in più modi la resistenza di queste, secondo la diversa inclinazione del piano, sul quale deono scorrere; quindi è, che *la diversa concavità della botte contribuisce molto, o a lasciare uscire, o a trattenere le materie pesanti*, essendo certo, che la medesima molecola di arena, potrà essere trasportata da una forza determinata per un piano poco acclive, e non potrà essere spinta un pelo dalla forza medesima, accrescendosi l' acclività. Tutto ciò fa conoscere, che l' uso delle botti sotterranee particolarmente di quest' ultima spezie, si estende poco più oltre, che a piccioli canali, che portino acque chiare, come sono gli scoli delle campagne, e simili; e che i ponti-canali a poco altro servono, che ai canali regolati, o ai piccioli fiumicelli temporanei, i quali poco importa, se siano torbidi, o portino materia ghiarosa, purchè il fondo del ponte-canale sia accomodato alla naturale cadente di essi.

Ritornando alla materia degli scoli, resta da determinare un punto, che suol cagionare molte volte dispareri ben grandi fra quelli, che si credono interessati in un pubblico condotto; ed è, *se sia meglio unire*

tutte l' acque di una ragione, o tratto di paese in una sola fossa di scolo, o *pure dividerle, mandandole per diversi condotti al loro termine*. Noi abbiamo detto nel *Cap. IX.* parlando dell' unione di più fiumi insieme, che quanto maggiore è il corpo d' acqua che corre per un fiume, tanto maggiormente si profonda il di lui alveo, e tanto più s' abbassa la di lui superficie nelle massime piene; se questa dottrina si potesse applicare agli alvei degli scoli, sarebbe decisa la quistione, a favore dell' unione di tutte le acque in un solo condotto; ma in fatti ella non è applicabile; perchè parlando di fiumi, s' intende che abbiano gli alvei stabiliti, e non possano elevarsi per deposizine di materia, il che non succede negli *scoli*, che *hanno sempre* dall' escavazione manuale *declività minore di quella, che richiede l' unione delle loro circostanze;* non mantenendosi adunque gli scoli escavati a forza di corso di acqua, nè meno può l' acqua aggiunta, se non sia quella di un fiume ben grande, accrescer loro il profondamento dell' alveo; e perciò *converrà, che quanto maggiore è il corpo di acqua che scorre per esso, tanto più alto sia il di lei pelo;* e per conseguenza *può darsi il caso, che pregiudichi allo scolo de' fossi particolari*, che *deono avere l' ingresso nell' alveo medesimo*. Si dee dunque avvertire all' alzamento del pelo, che ponno fare nel condotto tutte le acque unite; e quando esso resti in istato di non rendersi nocivo a veruno, *quante più acque si uniscono, tanto è più utile;* perchè, oltre il consumare meno di terreno, e il non intersecare la campagna con tanti condotti, si uniscono altresì più borse in un solo interesse, cioè alla manutenzione dell' alveo dello scolo, che riesce meno dispendiosa a' particolari. Bisogna adunque, *quando si tratta di aggiungere nuova acqua ad un condotto di scolo, nè subito rigettare la proposizione, nè subito approvarla, ma bensì ponderare gli effetti che ne ponno succedere;* e rinvenuti, mettere in bilancia i vantaggi, ed i pregiudicj che se ne ponno ricevere; e secondo la prevalenza, o degli uni, o degli altri risolversi, o ad ammettere la proposizione con equità, o a riggettarla con giustizia; e quando la disposizione della legge obblighi la parte inferiore a ricevere le acque, tutto che nuove, della superiore, anche con pregiudicio, pensare a que' ripieghi che ponno togliere, o almeno sminuire il danno, fra i quali non ha picciola parte la dilatazione dell' alveo del condotto.

Circa l' elezione dei luoghi, per li quali si deono far passare le fosse di scolo, abbiamo detto di sopra essere essi, per lo più indicati dalla natura, col fare da se la strada allo scarico delle acque; e perciò non è alle volte, troppo sano consiglio, col motivo di abbreviare la linea dello scolo, mutargli situazione; perchè i terreni più bassi, restando in sito lontano dal condotto, può essere, che comincian a patire di scolo. È però certo, che in parità di circostanze, la linea

retta è sempre da preferirsi alla curva; ma sopra ciò non si può dare regola veruna, dipendendo l'elezione del luogo per lo scolo, da molte condizioni, che debbono osservarsi sul fatto.

CAPITOLO XII.

De' canali regolati, e delle regole più principali da osservarsi nella derivazione di essi.

Si pratica, appresso i popoli più industriosi, di derivare dai fiumi maggiori qualche porzione di acqua, che serva a varj usi degli uomini; cioè, o alle irrigazioni; o alle navigazioni; o a far muovere edificj diretti a diverse sorti di lavoro; o a fontane; o ad altro; in tali derivazioni però, se non sono ben maneggiate, s'incontrano frequentemente delle difficoltà, e ne nascono molti pregiudicj; e questa è la ragione, per la quale abbiamo creduto di dovere in questo capitolo separatamente discorrerne.

Sono tali acque derivate, dette *canali regolati;* perchè nei loro alvei, per lo più, è così regolata l'introduzione delle acque, che ad ogni volontà di chi li regola, ponno esse, e sminuirsi, e affatto togliersi; senza di che equivalerebbero ad un ramo, o braccio di fiume naturale; e in tal caso non potrebbero dirsi regolati, simbolizzano, nulladimeno, i canali regolati coi rami dei fiumi, quali ricevono l'acqua dal loro tronco principale, per sola regola di natura, ed hanno, secondo il più, ed il meno, le proprietà del fiume, dal quale si partono; onde è, che per intendere la natura dei canali regolati, è d'uopo di ben intendere, prima quella dei rami dei fiumi.

Si dee adunque osservare, *che ad effetto, che questi si mantengano, si richiede eguale caduta nell'uno, e nell'altro di essi; egualmente spedita l'introduzione dell'acqua nell'imboccatura dei medesimi; eguali le resistenze nelle ripe, e particolarmente nel fondo degli alvei, ed in fine, eguali tutte le circostanze che ponno, o accrescere, o conservare, o ritardare le velocità dell'acqua che scorre per essi;* dall'egualità delle quali cose si forma un esatto equilibrio, al quale succede una perpetua conservazione dei rami, nei quali si divide il tronco primario di un fiume. Può però darsi il caso, che si abbia l'equilibrio delle circostanze; e per conseguenza, che si mantenga il corso del fiume per li suoi rami, senza che le medesime siano eguali ad una ad una, purchè il difetto della prima sia compensato coll'eccesso della seconda: essendo certo, appresso i geometri, che dalle proporzioni reciproche si compone la proporzione di egualità.

Ponno anche conservarsi i rami di un fiume, presso a poco, nello stato medesimo, per cagione di un continuo sconcerto del sopraccennato equilibrio, purchè la prevalenza delle condizioni si permuti a

favore, ora dell' accrescimento, ora del decrescimento dal ramo medesimo; poichè *allora le cose si mantengono, a un dipresso, nell' istesso stato, quando continuamente, e per brevi intervalli di tempo, crescono, e calano, librandosi per così dire, attorno il termine di mezzo, che è quello che sta tra il massimo accrescersi, ed il massimo diminuirsi*. Ciò nei fiumi, il più delle volte, *succede per la diversa direzione dell' imboccatura*, la quale, secondo ch' è più favorevole ad un ramo, che all' altro fa entrare maggior corpo di acqua nel primo, che nel secondo, il che contribuisce alla di lui escavazione, e dilatazione; ma cambiandosi, come molte volte avviene la direzione del filone, e voltandosi all' altra parte, ne segue, che il ramo, il quale pareva tendesse all' essere abbandonato dal fiume, di nuovo lo riceva abbondantemente; e l' altro, che correva gonfio, ritorni alla sua primiera debolezza. Per altro, quando in un ramo vi sono impedimenti stabili, e nell' altro perpetua felicità di corso; in una parola, quando un ramo gode continuamente delle condizioni più vantaggiose al di lui corso, alla di lui dilatazione, ed escavazione, nè mai si viene all' equilibrio, colle condizioni dell' altro; (1) è necessario, che il medesimo assorbisca, col tempo, tutta l' acqua del fiume, e che l' altro ramo sia interamente abbandonato, particolarmente in caso di acque torbide, le quali, illanguidendosi il moto, interriscono il proprio letto: ho detto *particolarmente in caso di acque torbide;* perchè, essendo le acque portate dal fiume in ogni tempo chiare, ponno, per molti altri capi, mantenersi nel medesimo diversi rami, i quali tutti portino acqua in diversa proporzione, senza considerabile alterazione, da un tempo all' altro, come succede nei canali d' irrigazione, e simili.

Quando dunque si vuole derivare l' acqua da qualche fiume, *è necessario* per prima regola *di superare in qualche maniera la forza*,

---

(1) Il caso di cui qui si parla, accadde nel Pò grande verso il mezzo del secolo sesto decimo, intorno al qual tempo egli venne assorbendo tutta l' acqua, che prima soleva entrare col maggior corpo nel Pò di Ferrara, per modo che cominciò questo a non riceverne più alcuna parte, fuorchè nelle somme escrescenze, e ciò dopo essersi mantenuti amendue i rami ben quattro secoli in quell' equilibrio, di cui qui si ragiona. A togliere un tale equilibrio, potè per avventura concorrere l' introduzione delle acque del Reno, che poc' anzi si era fatta nel Pò di Ferrara in un punto diverso, e alquanto inferiore a quelli, per li quali prima vi soleano entrare, ora congiunte, ora disgiunte dal Panaro, mentre rivolgendosi le torbide del Reno in acqua bassa del Pò a scorrere verso il punto della diramazione di questo (come dall' autore si è detto dover succedere, e da noi si è avvertito nell' annotazione 8 del capo 10) era forza che si rovesciasse la pendenza del Pò di Ferrara, e quanto più in giù era il punto dello sbocco del Reno, tanto più alto dovea farsi il ridosso gittato da esso per rovesciare la detta pendenza, e tanto più difficultarsi l' ingresso all' acqua del Pò. In tal senso, e non altrimente può esser vero, che il Reno arenasse il Pò di Ferrara.

colla quale esso corre per l' alveo proprio, acciocchè possa prendere strada diversa, il che nei fiumi incassati difficilmente, negli arginati facilmente si consegnisce; posciachè in questi il continuo sforzo, che fa contro le sponde l'altezza dell' acqua, serve per principio efficiente a farle prendere altra direzione; (1) e basta tagliar l'argine, perchè l'acqua n' esca, e s'introduca dove si vuole, come abbiamo detto, parlando delle rotte dei fiumi. Quindi è, che se avanti l'incisione dell'argine sarà stato preparato un canale proporzionato, che abbia sufficiente caduta al suo termine, l'acqua uscita dal fiume comincierà a correre per esso, e vi si manterrà, incontrandovi il predetto equilibrio di circostanze; e perdendosi, converrà ricuperarlo coll' arte. *Non è però sicuro il fare la sola incisione dell' argine*, attesa la facilità, colla quale gli argini sono corrosi dal corso dell' acqua, particolarmente in quei luoghi, dove il fiume si divide in più rami; e perciò *egli è necessario fortificare le parti laterali dell' incile con fabbrica di muro, e di costruzione simile a quella che si pratica nelle chiaviche*, che servono agli scoli, alla quale applicandosi delle porte, o cateratte di legno, potranno queste servire, per regolare l' introduzione dell' acqua che si riceve, a misura del bisogno, e sforzare la soprabbondante a correre per l' alveo del fiume.

In caso, si desideri l'acqua in tempo ch' ella è bassa, è necessario che *le soglie di queste chiaviche restino inferiori al pelo basso del fiume;* ma volendosi solo in tempo di piena, si deono fare più alte. *E quando le medesime chiaviche*, o tagli di argine, *avessero a servire per diversivi*, diretti al fine di dare sfogo, o respiro alle acque del fiume, *bisogna porre le soglie a quell' altezza, che si può credere necessaria all' intento desiderato*. In proposito però di *questi diversivi*, è da rifletterei qui al *poco utile* che *apportano*, come avvisa il Castelli *al corollario* 13, e come può dedursi da ciò, che noi abbiamo detto di sopra al *cap.* 9 attesa, sì la poca acqua che scaricano, in proporzione di tutta quella del fiume; sì la poca altezza che levano da quella, che senza di essi farebbesi nell' alveo del fiume medesimo; sì l' interrimento degli alvei, che succede al di sotto dei diversivi; sì il pericolo, a cui si soggettano le campagne contigue all' alveo, per lo quale debbono scorrere le acque divertite; sì finalmente la perdita del terreno, che viene occupato dal medesimo: perciò, a titolo di dare scarico all' acqua di un fiume, di rado accaderà, particolarmente nelle pianure, che i beneficj di uno di questi diversivi, meritino la

(1) Il taglio dell' argine si dee intendere continuato anche più abbasso nella golena, quando s' intenda di derivar dal fiume anco l' acqua bassa, ed anco se si vuole per fino al fondo.

spesa di fabbricarlo. Ma se la diversione sarà fatta, anche per altri fini, come per rendere facile il commercio delle parti di una provincia, mediante la navigazione, o per altri usi egualmente profittevoli; potranno simili diramazioni essere utilmente praticate, come si vede nel Polesine di Rovigo, ove la moltiplicazione dei canali, derivati dall'Adige dalla Serenissima Repubblica di Venezia, rende non mediocre vantaggio a quei popoli.

Dai fiumi incassati è ben più difficile fare delle diversioni, particolarmente quando le sponde sono alte, e superiori al bisogno del fiume, e che il termine al quale si vuole condurre l'acqua, è più alto del pelo del fiume medesimo. In tal caso *è necessario cercare nelle parti superiori del fiume un sito tant'alto, che da esso possa l'acqua scorrere al sito destinato*; e molte volte è necessario *traversare tutto l'alveo con qualche fabbrica* di muro, o di legname (che volgarmente si chiama chiusa, o pescaia; e da altri, a riguardo della caduta di acqua che vi succede, si dice ancora cateratta) (1) *affine di elevare il pelo dell'acqua, tanto che possa entrare nel canale preparato per la di lei condotta*. Si vedono simili macchine fatte per diramare canali ad uso delle città ec. quasi in tutti i fiumi, a riserva dei reali (dentro l'alveo dei quali è difficile, se non affatto impossibile il fabbricarle) e fanno degli effetti, che meritano una particolare considerazione.

---

(1) L'intendimento, e il bisogno che si ha in simili occasioni di alzare precisamente il pelo dell'acqua, e non il fondo del fiume, ma siccome, ove questo sia torbido, è inevitabile, che di sopra alla chiusa si riempia di terra fino al livello della cresta, o ciglio della medesima (come si nota nel paragrafo seguente) così dalla chiusa nasce necessariamente oltre quella del pelo anche l'elevazione del fondo. Si può nulladimeno sfuggir questa, fabbricando delle chiuse amovibili (di struttura simile alle porte de' sostegni di navigazione, de' quali si parla più sotto) le quali tenendosi serrate solamente in tempo di acque basse, e chiare non danno luogo alle deposizioni, e per tal modo si derivano utilmente a diversi usi l'acque de' fiumi, e quando se ne voglia solamente parte, e non tutta si lascia nel sostegno una luce a cui si appongono sportelli, o tavole per renderla ora più, ora meno ampia, e con ciò regolare la quantità che s'intende di cavar fuori. L'istesso si può ottenere attraversando il fiume con un argine di terra, con lasciarvi solamente accanto ad una delle sponde un'apertura munita con regolatore di muro, e tenendo l'argine di tanta altezza che possa venir sormontato, e portato via dalle fiumane per rifarlo, ove queste siano cessate; nel che tuttavolta è da aver gran riguardo al gonfiamento, che necessariamente ne nasce nel tratto superiore del fiume, quando l'argine resista alle mezzane escrescenze, che può essere di ristagno agli scoli che entrano nel detto tratto, e anco portar pericolo di trabocchi; ed oltre ciò si ponno fare tali posature di terra di sopra all'argine che porti qualche elevazione di fondo, la quale poi non sì facilmente si rimova, e si sgombri nelle piene maggiori, ancorchè di queste l'argine venga demolito. Vedi oltre ciò quello che abbiamo detto di sopra nell'annotazione quattordicesima del capo 7.

I. Primieramente, edificata che sia una di queste cateratte, negando ella il passaggio all'acqua del fiume, è d'uopo, che questa si elevi, e riempia tutto il tratto dell'alveo superiore, che sta sotto il livello della soglia, o sommità di detta cateratta, formando con ciò uno stagno di acqua, a modo di un laghetto, la cavità del quale in breve tempo, sarà riempiuta di materia portata dal fiume, cioè di sassi, arena, terra, e simili; e con ciò *alzandosi il letto del fiume, sino all' altezza della chiusa*, *darà* altresì *occasione ad un simile*, e *proporzionato alzamento nelle parti superiori dell' alveo medesimo*.

II. *Nelle parti inferiori di detto alveo, non si altera* per ciò *la situazione del fondo*, quando esso altramente sia stabilito, e non si dia luogo ad alcuna di quelle cause, che sono proprie per fare elevare il fondo dei fiumi, come sarebbe la costruzione di qualche altra chiusa più al basso; il prolungamento della linea dell'alveo ec. E ciò è assolutamente vero, quando *la chiusa* non serva a cavare acqua dal fiume; ma *se* la medesima *sarà destinata a quest' effetto, sarà altresì necessario, che* ogni volta che l'acqua derivata, abbia alla rimanente una sensibile, e considerabile proporzione, *il fondo del fiume inferiore alla chiusa si elevi;* posciachè, non alzandosi più in tal sito le piene alla misura di prima, richiederanno queste maggiore declività di fondo per non deporre la torbida ec. e non avendola, dovrà elevarsi l'alveo sino ad acquistarla; per altro, *essendo insensibile la proporzione delle acque predette* (come per lo più succede, e come si è detto dovere succedere, parlando dei diversivi) *insensibile* parimente *sarà l'effetto dell' alzamento del fondo al di sotto della chiusa*, nel qual sito, a cagione della caduta dell'acqua, si farà immediatamente un gorgo, e poscia un dosso composto della materia più pesante, che porti il fiume in quel sito, dopo del quale si disporrà il fondo a quella cadente, ch'è dovuto alle cause, e circostanze del fiume. Questa osservazione facilissima da farsi nei siti delle cateratte, fa assai ben conoscere che *lo stabilimento de' fondi degli alvei, non ha alcuna correlazione al principio del fiume; ma* bensì in gran parte *allo sbocco del medesimo*.

III. *Se il fiume prima della costruzione della chiusa porterà ghiara*, per qualche tratto di sotto al sito di essa; *non lascerà di portarla, dopo che la chiusa medesima sarà edificata, sino al termine di prima*. Posciachè, ristabilito il fondo nella parte superiore alla chiusa, tornerà col tempo alla primiera declività, e il fiume ripiglierà il suo antico genio di portare materia, simile a quella di prima; e non essendo sensibilmente alterato il fondo inferiore, questo ne permetterà l'avanzamento sino al luogo, per altro destinato dalla natura. S'ingannano perciò quegli che pretendono, colla costruzione delle chiuse, di trattenere le ghiare, ed i sassi dentro i valloni delle

montagne, e negli alvei dei torrenti, e con ciò d'impedire l'alzamento dei fondi dei fiumi, dentro dei quali hanno sfogo i torrenti medesimi; poichè sebbene con tal'arte si fosse per ottenere qualche parte del fine, che si prende, non se ne potrebbe pertanto sperare quanto bisogna; attesochè non si tratterebbe fra le montagne altra ghiara, se non quella che potesse capire nel vano delle chiuse; (1) o che potesse derivare dalle falde dei monti, le quali restassero sepolte dentro gl'interrimenti, come più basse della nuova cadente di fondo, acquistata dal torrente dopo la costruzione della chiusa.

IV. Non ostante, che *nella edificazione della chiusa, si abbia l'avvertenza di non fare la di lei sommità, o soglia superiore a livello, ma più bassa verso la bocca del canale, che ha da ricevere l'acqua* (e ciò affine di mantenere il corso della medesima da questa parte, e di tenere il fondo del fiume più basso della sommità della chiusa) è però così incostante il corso dei fiumi, che corrono in ghiara, che alle volte, volgendosi questi dalla parte opposta, formano dossi in faccia all'imboccatura del canale, e vanno a sormontare la chiusa nelle parti lontane, tuttochè più alte; nel qual caso *elevandosi il fondo del fiume ad altezza eguale a quella del piano superiore della chiusa, non serve più ella a spingere l'acqua nel canale.* A questo effetto può ancora concorrere l'interrimento del canale medesimo, che il più delle volte non avendo caduta sufficiente a portar ghiara, procura colle deposizioni di farsela; e con ciò concorre all'otturamento del proprio incile, ed al rivoltarsi dell'acqua del fiume ad altra parte.

Quest'apparenza ha fatto credere ad alcuni, che l'alzamento del fondo dei fiumi si faccia continuamente maggiore, e senz'alcun termine limitato dalla natura; e che perciò sia necessario d'alzar di tempo in tempo le chiuse, perchè facciano il loro ufficio di spingere l'acqua nei canali laterali. Ma se si avverte, che la natura della chiusa, non è che di fare sollevare il fondo del fiume sino al pari del suo piano (come farassi manifesto, dovere succedere, se c'immagineremo

(1) Parmi che al caso quì considerato dall'autore un altro se ne possa aggiugnere, ed è quando col rialzamento del fondo del torrente prodotto dalla chiusa venisse a restar sepolta qualche falda di monte così dirupata, e quasi tagliata a piombo, che a cagione appunto di tal sua costituzione si andasse ribassando anco la parte superiore, benchè di pendenza più dolce, e con ciò venissero sciogliendosi, e calando abbasso (specialmente a' tempi delle pioggie) i sassi superiori, che per altro non scenderebbero giù per quel moderato declivo. Allora è manifesto, che l'alzamento del fondo del torrente, togliendo il dirupo, e servendo di ricalzo alla parte superiore del monte, non pure tratterebbe i sassi soliti a derivare dalla parte infima di esso, che rimarrebbe sepolta, ma eziandio dalla superiore, che più stabilmente poserebbe, o si appoggerebbe sopra lo stesso nuovo fondo del fiume.

una chiusa di un fiume, senz' alcun canale, per lo quale debba essere derivata l'acqua da esso) e che lasciandola in questo stato, non potrebbe farsi alzamento di fondo più grande; chiaramente si conosce, che la divisione dell' acqua dal canale, non si fa per l'alzamento del fondo del fiume, ma bensì per lo di lui sregolato corso, che si forma la sponda verso l' imboccatura del canale medesimo, e per l' interrimento del fondo di questo; perciò è manifesto, che *la soglia dell' incile dee essere sempre più bassa del piano della chiusa*, almeno quanto richiede il corpo d'acqua, che si vuole nel canale; e che mantenendosi la comunicazione di questa soglia coll' acqua del fiume, e senza interrimenti sopra di essa, tanto nell' alveo del canale, quanto in quello del fiume, non può di meno, che l' acqua non vi entri. Quindi è, che *in luogo di elevare il piano della chiusa*; come alle volte è stato praticato, *basta procurare che il fiume si rivolga col corso alla parte dell' imboccatura del canale*, e che questo resti sempre aperto, o a forza di corso di acqua, quando il canale abbia tanta caduta, e forza che basti; o mancandogli l' una, e l' altra, con escavazioni manufatte; o pure coll' uso dei paraporti, delli quali qui brevemente descriveremo, e l' uso, e l' artificio.

Sono questi *paraporti* fatti a modo di forti chiaviche (*fig.* 57.) fabbricate nella sponda del canale, che risguarda la parte del fiume, le soglie delle quali sono considerabilmente più basse del fondo del canale medesimo, e sono provvedute di buone porte, o cateratte di legno, che s' alzano, e s' abbassano, secondo l' opportunità, o di dar sfogo all' acqua del canale, o di mantenerla dentro di esso. È solito, che s' aprano queste porte in tempo di acqua abbondante, ad effetto di scaricare, o l' acqua tutta, entrata nel canale, o pure la sola soprabbondante, portandola nuovamente dentro il fiume nella parte di sotto alla chiusa. (1) *La velocità che acquista l' acqua nel cadere dalla soglia del paraporto*, la quale ordinariamente ha la caduta poco minore di quella della chiusa, *è quella che* in tal caso *scava* in poco tempo *il fondo del canale*; e se il paraporto non sia troppo lontano, espurga la soglia dell' incile, quando sopra di essa si siano fatte delle deposizioni; e molte volte prolunga l' escavazione all' insù dentro l' alveo del fiume superiore alla chiusa, formandosi dentro di questo un canale, che nelle piene indirizza il filone verso l' incile:

(1) E questa velocità nasce in qualche parte dalla cascata di essa (come fu avvertito nel capo 7.° §. *Le cadute*) ma per la maggior parte dipende dalla notabile inclinazione, o pendenza che acquista l' acqua nel rivolgersi verso il paraporto, la cui soglia, come poc' anzi fu detto, dee esser più bassa del fondo del canale.

coll' artificio di più fabbriche di tal natura, disposte ordinatamente l' una dopo l' altra, come si vede in tutto quel tratto del nostro canale di Reno, ove riceve ghiara dal fiume, *si mantiene il di lui fondo sufficientemente scavato*, e quando si ha la dovuta attenzione di far correre i paraporti a tempo, *si mantiene il corso del fiume, sempre vicino alla bocca del canale, ed il di lui fondo sempre più basso della sommità della chiusa*; e perciò non è stato necessario sin ora alzarla nella maniera che hanno fatto quelli, che privi di questo aiuto, non hanno avuto ricorso all' escavazione manufatta.

Di simile artificio non hanno tanto bisogno le chiuse fatte nei siti, nei quali il fiume non porta ghiara; perchè la sola apertura del canale, quando questo sia provveduto di sufficiente caduta, è valevole per lo più a mantenere il fondo arenoso, scavato su la soglia dell' imboccatura; ed in ogni caso è facile da farsi, quando sia necessaria l' escavazione. *In caso però di difetto di caduta, servirebbe* infinitamente, *per mantenere profondo il canale, l' uso dei* predetti *paraporti, almeno in vicinanza del di lui incile*, e negli altri luoghi, nei quali sia possibile il farli; e perciò, in vece dei regolatori, o risoratori, che si tengono avanti gli edificj, per iscaricare a fior di acqua la soprabbondante, sarebbe meglio avervi una porta, o cateratta, la quale, alzata che fosse, prendendo l' acqua dal fondo del canale, impedisse se non altro gl' interrimenti, coll' aprirla in tempo di escrescenze.

Servono i paraporti predetti, *oltre l' uso di mantenere scavati i canali* regolati, *anche a* quello di *regolare l' acqua, che entra nei medesimi*, acciocchè non vi corra con soverchia altezza di corpo; posciachè alzandoli più, o meno in tempo di piena, portano fuori del canale quella copia di acqua che si desidera; al qual fine tendono anche i diversivi a fior di acqua, che tramandano nel fiume la soprabbondante, e trattengono nel canale quella ch' è necessaria: nella stessa maniera, per regolare l' introduzione dell' acqua, si applicano alla bocca dell' incile alcune porte, che aprendosi più, o meno, lasciano altresì entrare nel canale, maggiore, o minor corpo di acqua. Da tutte queste macchine si ha, che i canali regolati, non si gonfino mai eccessivamente, si conservino sempre nel medesimo tenore, e non riescano di danno veruno ai terreni contigui, per troppo grande abbondanza di acqua.

Di rado s' incontra, che *un canale regolato* abbia tale caduta al suo termine, che non *richieda di quando in quando di essere scavato*; acciò colle deposizioni non si alzi il fondo ad un segno pernicioso; posciachè, o dopo divertiti simili canali, è di necessità che rientrino nel fiume medesimo, dal quale prima partirono, o pure ponno avere altro termine al loro corso: quando rientrano nel fiume medesimo,

è da avvertirsi, che (1) *il canale derivato*, come quello che porta di gran lunga minor corpo di acqua, che il fiume; per necessità, in pari circostanze, *avrà bisogno di caduta maggiore di quella, che ha il fiume* medesimo; e perciò è necessaria l'osservanza di alcune regole.

I. La prima si è, che *se il fiume, ed il canale, dal punto del loro disunirsi, a quello della riunione, avranno eguale la lunghezza della strada; necessariamente* avendo bisogno il canale di maggior caduta (se il piano di campagna non sia estremamente alto) *bisognerà, o che il fondo si alzi più del medesimo con danno de' terreni contigui, e si serri con gli interrimenti* l'incile del canale; *o pure che si soggetti chi ne intraprende la derivazione, alla spesa di una continua escavazione. Ciò s' intende, quando la somma della caduta necessaria a tutto il viaggio del canale, sia maggiore di quella, ch'è necessaria al fiume in eguale lunghezza, più di quanto importa la differenza del livello dal fondo dell' incile al fondo del fiume, al di sotto della chiusa.*

Per maggiormente spiegarmi in questo particolare, molto essenziale in questa materia; sia il fiume ABCD (*fig.* 58.) dal quale per causa della chiusa A si parta il canale AD, che rientri nel medesimo in D; e suppongasi che il fiume ABCD richieda un piede di caduta per miglio, e che la lunghezza di esso sia di dieci miglia. Egli è evidente, che la caduta dal fondo del fiume al di sotto della chiusa A, sino a D, sarà piedi dieci. Supponiamo ancora che la via del canale AD sia parimente di dieci miglia; ma che la caduta necessaria per non deporre la torbida in esso, attesa la poca quantità di acqua che porta, sia di piedi due per miglio; adunque la necessaria caduta da A in D sarà di piedi venti, maggiore di quella del fiume piedi dieci; e conseguentemente dovrà il fondo del canale AD, nel suo

(1) Ciò è vero ove nel canale possano entrare le materie più grevi, che porta il fiume, cioè a dire quando il canale prende l'acqua dal fondo di questo, come per lo più si pratica, e molto più ove la soglia dell'incile sia più bassa del detto fondo, come per buona regola ha prescritto l'autore più sopra nel §. *Questa apparenza*. Ma se il fiume onde il canale si deriva fosse perenne, portando in ogni suo stato un considerabile corpo d'acqua, e la soglia dell'incile del canale si fosse fatta alquanto superiore al fondo del fiume, allora non entrando nel canale nè le ghiaie, nè le arene più grevi potrebbe per avventura, non ostante il minor corpo d'acqua che egli porta, non aver bisogno di maggior caduta di quella del fiume. Lo stesso può succedere ancorchè il fiume sia temporaneo, e in luogo di chiusa sia adattato ad esso o un sostegno, o un argine manufatto, che ne alzi il pelo senza alzarne il fondo (come si è detto nell'annotazione 3.ª) nel qual caso la soglia dell'incile si può parimente tener più alta del fondo superiore all'argine, o sostegno, per escludere dal canale queste materie, che non si sollevano dal fondo del fiume.

principio verso A, essere altrettanti piedi più alto di quello del fiume nel sito di sotto alla chiusa A. Se adunque l'altezza di questa sarà tale, che sostenti il fondo del canale a detta altezza, è certissimo, che l'incile di esso potrà mantenersi senza interrimento, col solo sforzo dell'acqua che vi entra; ma se la differenza in altezza dei predetti due punti, sarà minore di dieci piedi, è altrettanto chiaro, che il fondo del canale, per mantenersi basso al bisogno, ricercherà di tempo in tempo dell' escavazione, e sarà necessario che l'opera degli uomini, in questo caso supplisca al difetto della natura.

Da ciò si deduce, che *quanto più breve sarà il corso del canale avanti di rientrare nel fiume, tanto maggiore sarà il vantaggio della caduta di esso*; poichè, supposto che la lunghezza del fiume, e del canale tra A, e D, fosse di sole cinque miglia, e che l'altezza della chiusa A fosse atta a fare la differenza dei loro fondi di dieci piedi, sarebbe la caduta del fiume, da A a D, piedi cinque, e quella che è necessaria al canale, piedi dieci; adunque in A il fondo del canale dovrebbe restare più alto del fondo inferiore alla chiusa piedi cinque; e potendo l'altezza della chiusa medesima sostenere il fondo di detto canale all'altezza di piedi dieci, resterebbero al canale cinque piedi di caduta più del bisogno, che potrebbero impiegarsi utilmente, nel progresso di esso, per una caduta di acqua ad uso di molini, o di altro, secondo l'opportunità: quindi è, che i *canali, i quali, usciti dal fiume a forza di chiuse, dopo breve corso, vi ritornano dentro, non mai sono difettosi di caduta*. Al contrario, se le lunghezze AD del canale, ed ABCD del fiume fossero di miglia venti; ritenendo le altre misure supposte di sopra, sarebbe la caduta del fiume piedi venti, e quella ch'è necessaria al canale, piedi quaranta; e perciò il fondo, nel principio del canale AD, dovrebbe essere elevato piedi venti sopra quello del fiume, adunque non potendo la chiusa A sostenerlo sopra il fondo medesimo, che piedi dieci, è chiaro, che mancherebbero al canale dieci piedi di caduta; e conseguentemente, per impedire che il fondo di esso non si elevasse a tale altezza, sarebbe necessario d'impiegare l'opera degli uomini nell'escavazione, come il più delle volte succede; perchè avendo bisogno i popoli di valersi di canali simili per lungo tratto, la caduta acquistata col beneficio della chiusa, distribuita nella lunghezza del corso, si perde, e non può supplire all'esigenza, che ha il canale, di caduta maggiore.

II. La seconda regola è, che *se la lunghezza del fiume, a quella del canale, avrà la proporzione reciproca delle cadute necessarie all'uno, ed all'altro, avrà il canale sufficiente caduta per non interrirsi*; anzi gliene avanzerà, tanta quanta è l'altezza, alla quale può essere sostenuto il fondo del canale sopra il fondo del fiume di sotto alla chiusa. Ciò pure è evidente: perchè, supposto che AD sia miglia

cinque, e ABCD miglia dieci, sarà la caduta di miglia dieci, a ragione di un piede per miglio, altrettanti piedi: e però eguale a quella di AD in cinque miglia, a piedi due per miglio, e conseguentemente non sarà necessario, che il fondo del canale in A, sia un pelo più alto del fondo del fiume in A; e perciò avrà il medesimo canale tanto di caduta più del bisogno, quanta è l' altezza, alla quale la chiusa può sostenere il fondo di esso.

III. Dalla predetta ne deriva la terza regola; ed è, che *per eleggere il luogo, nel quale si dee restituire al fiume il canale regolato, bisogna riflettere all' uso, al quale dee esso servire*, diversificandosi da ciò considerabilmente il luogo medesimo. Posciachè 1.° dovendo servire ad uso di navigazione, e potendosi avere tanto corpo di acqua, che non sia necessario di sostenerla, (1) bisogna avere notizia della caduta del fiume, e se varj, o no nel progresso di esso; e similmente di quella che può essere necessaria al canale da farsi: e (quando non si varj la caduta del fiume) aggiungnendo alla prima l' altezza che

---

(1) Per più chiara intelligenza della regola che dà l' autore in questo luogo, si debbono distinguere i tre casi, che egli distingue.

Il primo è, quando il canale non debba essere interrotto da alcun sostegno, ma il suo fondo debba seguitamente estendersi dal punto della sua derivazione fino allo sbocco, come quando egli dovesse servire ad uso di naviglio, nè in questo occorressero sostegni, potendosi avere bastante corpo d' acqua da un capo all' altro del canale; allora dunque o è data l' altezza della chiusa A (*fig.* 58.) sopra il fondo del fiume, da cui il canale si deriva superiormente alla detta chiusa, e si cerca il punto D, in cui si dee far ritornar l' acqua nel fiume, o è dato il punto del ritorno D, e si cerca l' altezza da darsi alla chiusa. Se l' altezza di questa è data, si calcoli la caduta totale, che ha il fondo del fiume dal di sotto della chiusa A, fino a quel punto D, a cui si vuol provare se sia possibile condurre il canale senza interrimenti, la qual caduta si può sapere dalla data lunghezza ABCD, e dalla notizia di quanto penda l'alveo del fiume in un dato spazio, come d' un miglio, purchè però non si varj la pendenza del fiume nel detto tratto, altrimente si dovrebbe cercar tal caduta coll' attuale livellazione; ma tanto nell' uno, quanto nell' altro supposto si avrà con ciò quanto resti alto il fondo del fiume immediatamente inferiore alla chiusa A sopra il medesimo fondo in D. Ciò posto conviene altresì sapere quanta pendenza sia per esser necessaria al canale, cioè quanto gli convenga di caduta a miglio (di che ragiona l' autore nel paragrafo seguente) e misurata la lunghezza del canale da A fino a D secondo quella linea, su cui si vuol condurlo, convien calcolare quanta sia la total caduta a lui necessaria nella lunghezza misurata AD. Allora all' altezza trovata del fondo del fiume inferiore alla chiusa A sopra il fondo del medesimo fiume in D si aggiunga l' altezza della chiusa, o piuttosto, come l' autore si esprime, l' altezza dell' origine del canale, che può nascere dalla chiusa (mentre se la soglia dell' incile si volesse tener più alta, o più bassa del fondo del fiume superiore alla chiusa, o se il punto della derivazione non fosse immediatamente contiguo a questa, ma distante per qualche notabil tratto, in cui la caduta del fiume fosse sensibile, a tutto ciò si dovrebbe aver riguardo) e quando la

può nascere dalla chiusa, bisogna trovare un sito nel fiume, nel quale la caduta del fondo del canale di sopra alla chiusa, sino al fondo D, sia a quella che è necessaria al canale, come la lunghezza AD è alla lunghezza ABCD: o pure per trovare l'altezza della chiusa A, basta fare, che, come la lunghezza ABCD sta alla lunghezza AD, così stia la caduta necessaria al canale AD, ad un'altra caduta, la quale se sarà maggiore di quella del fiume da A in B, basta regolare l'altezza della chiusa secondo l'eccesso che si troverà, facendola tanto più alta di detta differenza, quanto è il corpo di acqua che si vuole nel canale. 2.° Lo stesso metodo si dee adoprare, quando il

---

somma, che ne verrà ai trovi eguale, o maggiore della total caduta necessaria al canale, poc'anzi calcolata, si potrà ottener l'intento, senza tema che il canale si rialzi, e chiuda l'ingresso all'acqua del fiume dentro se stesso co' suoi interrimenti; e quando no, farà d'uopo in vece del punto D cercarne un altro, in cui ciò si ottenga. Dove è da avvartire, che siccome non tutti i punti del fiume soddisfanno a tal bisogno, così non si dee credere che un solo ve ne abbia, che possa soddisfare, ma può avervene più d'uno, massimamente ove il fiume corra con diverse tortuosità, e però questo problema non è determinato, nè si può sciorre se non tentando se questo, o quel punto sia a proposito, e quando più d'uno se ne trovasse, si dovrebbe presceglier quello che più fosse opportuno, avuto riguardo e alla spesa, e al bisogno.

Se poi il punto del ritorno, o sbocco del canale D è dato, e si vuol cercare quanto convenga far alta la chiusa nel punto A, parimente dato, per ottener l'intento della derivazione del canale senza interrimenti, allora avendo calcolato come sopra quanto sia la caduta necessaria al canale nella lunghezza destinatagli secondo la linea DA, e trovato parimente col calcolo, o piuttosto con immediate livellazioni la caduta del fondo del fiume dal punto A sopra lui medesimo nel punto D, se la prima di queste cadute eccederà la seconda, l'eccesso sarà l'altezza della chiusa cercata (avuto qui ancora riguardo alla situazione, che vuol darsi alla soglia dell'incile rispetto al piano superiore della chiusa) ma quando non la eccedesse, o pure ne mancasse, allora si potrà aver l'intento di derivare il canale senza alcuna chiusa, e occorrendo si potrà sostenere il fondo di esso canale, o all'imboccatura, o in altro sito inferiore con una, o più traverse, affinchè non si sconcerti l'alveo del fiume, e dello stesso canale, e non si introduca in questo troppo di acqua.

Il secondo caso è quando il fondo del canale, benchè debba portare da un capo all'altro sempre un medesimo corpo d'acqua, debba tuttavia restare interrotto con sostegni, che ne spezzino la pendenza, sia per agevolare la navigazione, o per dar caduta all'acqua ad uso di mulini; o altre macchine idrauliche, e allora basta solamente avvertire nel conto che si fa della caduta totale, che è necessaria a tutta la lunghezza del canale per non interrire il suo fondo, di aggiugnervi quel di più che importa la somma di tutti i sostentamenti, che occorre di fare del fondo predetto, e nel resto servirsi delle regole date nel primo caso, o sia che si cerchi il punto dello sbocco del canale D, o l'altezza della chiusa in A.

Il terzo caso è finalmente quando dal canale si debba andar divertendo nel progresso del suo corso qualche quantità d'acqua, come ad uso di irrigazioni, di

canale debba servire ad uso di molini, o altre macchine idrauliche, con questa sola differenza che in conto della caduta necessaria al canale, per non deporre la torbida, si dee porre anche quella ch'è necessaria per gli edificj, o macchine predette: e nel resto servirsi della regola indicata di sopra. 3.° Ma quando il canale sia destinato alle irrigazioni, si dee riflettere, che la di lui necessaria caduta non sarà uniforme in tutte le parti dell'alveo; ma bensì maggiore nelle parti inferiori, a cagione delle moltiplicate diramazioni di acqua ch'escono per le chiaviche che si trovano alle sponde del medesimo; e minore nelle superiori, come quelle che portano maggior corpo di acqua; e perciò in tal caso, di tanto dee accrescersi la caduta del canale, quanto si può credere essere di bisogno in tali condizioni.

Quale sia la caduta necessaria ad un canale regolato, è difficile da determinarsi, a riguardo delle molte circostanze, dalle quali dipende simigliante determinazione: pure (1) *per non errare notabilmente, può l' architetto regolarsi coll' esempio di altri canali, simili a quello che si vol fare*, dei quali sia nota la caduta, e proporzionarla al medesimo; e se non si trovasse canale affatto simile, può prendersi norma da altri, o maggiori, o minori, sminuendo, o accrescendo la caduta colle dovute ponderazioni; e quando si prendesse errore di qualche oncia di caduta per miglio o di più, o di meno, *se l' errore influisca in alzamento di fondo, si può tollerare;* perchè ordinariamente sono tanti, e tali i beneficj che si ricavano dai canali regolati, che ponno ben soggiacere a qualche aggravio di annua spesa, per l' escavazione degl' interrimenti che vi si facessero: ma *se l' errore* preso nella stima della caduta, *influisse in maggior profondamento di alveo, è facile il rimedio, o col sostentare il fondo di esso con una chiusa*, che può utilmente servire a qualche edificio; o con un sostegno all' imboccatura,

---

getti per fontane, di buonificazioni per alluvioni, o simili, e allora dalla semplice notizia, che si suppone aversi di quanta debba essere la pendenza a miglio di un tal canale nel tratto, in cui l'acqua non è per anco diramata, non si può dedurre quella, che egli esigerà negli altri inferiori tratti di sotto alla diramazione, dovendo tal pendenza accrescersi di mano in mano a misura della minor quantità dell' acqua residua in canale; ma non essendovi alcuna regola per determinare la quantità di tali cangiamenti di pendenza, l' autore rimette ciò all' estimaziona dell' architetto, la quale non meglio si può regolare, che con ciò che mostra l' esperienza di altri simili canali. Dando dunque alla caduta, che sarebbe necessaria al canale nella sua lunghezza, se portasse sempre l' istessa mole d' acqua, quel tanto d' accrescimento, che si può giudicare convenirgli per conto della diversione da farsene, si farà il rimanente come nel primo, e nel secondo caso.

(1) La similitudine di que' canali, che si prendono per norma nel ricercare la pendenza necessaria a quello, che si tratta di derivare, dee consistere nell' uniformità di tutte le circostanze, ma sopratutto di quelle della quantità del corpo d'acqua, e della qualità delle materie, che debbono entrar nel canale.

o in altro luogo; *o pure con prolungare il canale* quel di più che porterà il bisogno. *Quando* poi *le acque che devono correre per lo canale, fossero chiare, allora ogni difetto di caduta è tollerabile*; perchè attesa la lunghezza del tempo nel quale succedono interrimenti nocivi, ogni picciola annua spesa basta, per mantenerlo scavato a sufficienza.

IV. Essendo il sito del fiume, nel quale è fabbricata la chiusa, ghiaroso, necessariamente dovrà la ghiara prolungarsi anco al di sotto della chiusa medesima, più, o meno, secondo le circostanze; e similmente dovrà entrare nel canale, dentro il quale richiederà cadute esorbitanti; perciò la quarta regola è, che *in tal caso è necessario l' uso dei paraporti di sopra descritti*, col beneficio dei quali si faccia rientrare nel fiume, dentro il minore spazio possibile, la ghiara entrata nel canale, come succede nel nostro canale di Reno, dentro il quale non si protrae la ghiara, che mezzo miglio, o poco più; abbenchè nell' alveo del fiume s' estenda al presente cinque miglia, e si estendesse, per lo passato, molto più: anzi si sarebbe potuto impedire, che la ghiara non occupasse tanto sito, dentro il canale predetto, se il luogo della situazione dei paraporti fosse stato meglio inteso; e se si facessero operare più frequentemente, e in tempo opportuno, se ne avrebbe maggior vantaggio; dimanierachè potrebbe succedere, che dentro di detto sito (abenchè il fondo sia ghiaroso) si conservasse però orizzontale, e perciò mancando la caduta, è molto utile di fare il canale per qualche tratto contiguo, il più che si può, al labbro del fiume, e fabbricarvi alle sponde quel numero di paraporti, che può credersi necessario, avvertendo di non farli troppo lontani l' uno dall' altro, acciocchè l' operazione del secondo incominci dove termina quella del primo; e ciò perchè, non potendosi i predetti paraporti tenere lungo tempo aperti, per non lasciare tanto tempo il canale privo dell' acqua necessaria, bisogna che in poch' ore, che stiano aperti, si facciano le dovute escavazioni, le quali si fanno sempre più sollecitamente nelle parti più vicine al paraporto, e gradatamente sempre più tardi nelle maggiormente lontane, siccome succedono maggiori, quanto più la soglia del paraporto medesimo è abbassata sotto il fondo ordinario del canale.

V. Serva per quinta regola *l' osservazione da farsi, se il fiume, dalla chiusa sino al sito dello sbocco, che si pensa dare al nuovo canale, conservi sempre la stessa caduta di fondo, o pure la varj per alcuna delle cause, dette a suo luogo*; posciachè variandola, non basta fare la livellazione del fiume per un miglio, o due di lunghezza, ma bisogna compirla sino al sito accennato; nel che (1) lo consiglierei

(1) Vedi ciò, che in questo proposito abbiamo detto nell' annotazione 4 del capo II.

(come che si tratta di una operazione importante) a non fidarsi dei livelli, materiali, i quali, come in altro luogo si è avvertito, tutto che fabbricati con ogni possibile esattezza, ed adoperati con ogni immaginabile diligenza, sono soggetti ad errori esorbitanti, come apparirà a chi vorrà farne la prova, col ripetere più volte l' operazione medesima; ma bensì eleggerei di fare le livellazioni con acqua stagnante; il che in molti luoghi, ed in opportuna stagione, è facile da farsi, valendosi dei fossi destinati allo scolo delle campagne ec.

VI. La sesta regola è: *Che per diminuire la necessità della caduta al canale, torna sempre il conto di mantenerlo ristretto il più che sia possibile;* perchè maggior corpo di acqua contribuisce sempre a tenere più basso il fondo dell'alveo, e se non altro, ad impedire, che gl' interrimenti non si facciano così alti, nè con tanta sollecitudine, come per altro farebbero, se il canale avesse maggiore larghezza.

VII. La disposizione del piano di campagna, per lo quale si pretende di far correre il canale, ha molto luogo in questo particolare; perchè si danno dei casi, nei quali bisogna sostenerlo tutto sopra il piano di terra, con grave pericolo, e sconcerto; e degli altri, nei quali è d' uopo fare delle escavazioni esorbitanti, e perciò bisogna regolare il tutto con un' esatta livellazione dei siti, per li quali si pensa di condurre il canale. Generalmente però (e sarà la settima regola) *bisogna portare i canali regolati al lungo dell' inclinazione della campagna, non mai, o di rado a traverso di essa;* perchè in tali siti la livellazione non regge; s' intersecano i condotti di scolo, e si ha bisogno di argini molto alti, per tenerli inalveati, oltre molti altri danni, che succedono in occasione di rotte ec.

VIII. L' ottava, ed ultima regola sia quella di (1) *non intromettere nel canale altre acque, se anch' esse non sono regolate, e particolarmente, se portano sasso, o ghiara;* perchè simiglianti materie sconcertano di molto la caduta del fondo, ed il più delle volte sono pregiudiciali al fine, per lo quale si fa la spesa della condotta del canale. Tali incontri debbono sfuggirsi; e quando non sia possibile, bisogna ricorrere al rimedio dei ponti-canali, per mezzo dei quali riesce molte volte di portare simili corsi di acqua da un lato all' altro del

(1) Siccome le diramazioni dell' acqua da' canali regolati ponno fare, che questi ne' tratti inferiori esigano maggior pendenza, così può darsi che l' introdurvi acqua d' altri canali diminuisca quella, che senza ciò sarebbe necessaria, onde quando da tal introduzione non possa nascere altro sconcerto, stimerei, che non si dovesse abborrire tale unione di acque, anzi metterla in capitale, per poter dare al canale tanto minor pendenza. Ben è vero, che non occorre sperar un tale avvantaggio, ove le acque introdottevi portassero seco sassò, o ghiaia, ma al contrario se ne potrebbe aspettare sommo pregiudicio, e impedimento a quel fine, a cui il canale è destinato.

canale regolato, al di sopra del pelo del medesimo. *Le fosse* però *di scolo, ed altre acque chiare, non possono nuocere, che per la soverchia abbondanza;* e perciò quando si abbia sicurezza, che non riescano troppo copiose, non occorre prendersi gran cura, per impedir loro l' ingresso; ed in ogni caso *le botti sotterranee ponno servire per dar esito alle medesime* sotto il fondo del canale, e sono praticabili particolarmente in quei casi, nei quali piuttosto le predette fosse restassero impedite, dovendo entrare nel canale medesimo.

Da ciò, che sin ora è stato diffusamente spiegato, può dedursi, quale sia il metodo da servirsi nella condotta di quei canali derivati, che più non rientrano nel fiume, che loro diede l' origine, ma devono metter foce, o in paludi, o in lagune, o simile; perchè *anche in questo caso, è necessario di regolarsi colla caduta che si ha, con quella ch' è necessaria alla condotta del canale, colla disposizione del piano di campagna ec.* Ed anche a questo caso ponno applicarsi i rimedj sopraccennati per rendere minore la necessità della caduta. Insomma, fuori delle predette, non vi è altra regola di più, che di tenere la linea più breve che si può, da un termine all' altro, per averne tutta la possibile caduta, che rade volte in fatti succede, sia superiore al bisogno.

Le predette regole servono anche in caso di volere portare un canale derivato da un fiume, a sboccare in un altro, il che molte volte accade, per facilitare il commercio con nuove navigazioni; ma in ciò si dee avvertire, ad oggetto di non fare proposizioni, che siano affatto impossibili da riuscire, che *il canale derivato dee procedere dal fiume minore, ed avere lo sbocco nel maggiore*, e non mai al contrario; perchè, essendo il fondo del primo in siti omologi, più alto di quello del secondo, non può riuscire, che l'acqua partita da questo possa aver esito in quello; se pure ciò non sia in sito molto basso, e poco lontano dallo sbocco; si dee ancora avvertire, che *la caduta di detto canale non sia maggiore del bisogno, ed assolutamente minore di quella del fiume*; altrimente, se non si hanno buone macchine regolatrici dell' introduzione dell' acqua, si corre pericolo, che il canale derivato, a poco a poco tiri a se tutta l'acqua del fiume, e facciasi alveo del medesimo; il che alle volte può riuscire con utile, alle volte con danno.

Il mantenimento dei canali regolati, come si è detto di sopra, per lo più dipende dall'opera degli uomini, rare volte dalle forze della natura; e perciò *non bisogna scordarsi, ne differire di far quello che si sa per prova, essere necessario a tal fine;* poichè molte volte è succeduto di lasciar perdere canali utilissimi per mera trascuraggine, non avendosi voluto apporre i dovuti rimedj ai piccioli sconcerti, che resi poscia maggiori, hanno ricercate, per essere rimossi, spese

tanto grandi, che hanno spaventati i popoli incapaci di farle; i quali perciò non volendo soggettarsi a spese eccessive, hanno eletto per lo meglio, di lasciare andare il canale a disposizione di natura. Per altro *sono i canali regolati, facili da maneggiare*, a cagione del poco corso, e del poco corpo d'acqua che portano; al che succede, che facilmente si rimedia alle loro corrosioni, e si mantiene la dirittura dell'alveo ec. cose che difficilmente s'ottengono nei fiumi più grandi, coi quali però hanno comuni le proprietà essenziali.

Gli usi, ai quali sono destinati i canali regolati, ponno essere diversi; poichè primieramente (1) *servono a far muovere diversi edificj idraulici*, come sono mole da grano, valche, magli ec. i quali tutti hanno il loro primo moto da una ruota, fatta girare dall'acqua. In questi canali, perchè il corso dell'acqua per ordinario è debole, è necessario di sostentarla, e farle della caduta, dalla quale riceve poi impeto, e forza bastevole a fare il moto, che da essa si ricerca. Tale sostentamento si fa con picciole chiuse, dette ancora *stramazzi*,

---

(1) I canali regolati destinati o far muovere edificj di tal sorta sono quelli, che propriamente in Toscana chiamano *gore* nel tratto superiore all'edificio, solendosi dar nome di rifiuto al tratto inferiore dall'edificio in giù, fino allo sbocco del canalo nel suo recipiente. In due modi servono questi canali al loro uso. Il primo si pratica solamente in magrezza d'acqua del canale, cioè quando questa è sì scarsa, che lasciandola correre seguitamente, non basterebbe a far muover le ruote; o allora si costuma di fare un'adunata di tutta quella, che porta il canale per qualche lungo tempo, col tener chiuso tanto le portine, quanto i diversivi, e gli sfogatori del canale, fino a che nella parte superiore alle portine ella si sia innalzata a quel segno, che aprendole possa bastare a dar moto alle ruote, o questo chiamasi macinare *a colta*, ovvero *a botte*. Allora benchè aperte le portine, debba a poco a poco andar calando la forza dell'acqua sopra le ruote a misura, che la superficie di essa si abbassa, nulladimeno ove il ristagno fatto si ostenda nel canale per lungo tratto all'insù, non lascia di andar servendo per qualche considerabil tempo, dopo il quale conviene poi di nuovo chiudere gli sportelli, e fare un'altra raccolta d'acqua.

Nel tempo in cui si fa il ristagnamento predetto, se l'acqua ha punto di materia atta a deporsi, ne seguono posature per tutto il tratto ristagnato, le quali benchè al riaprir le portine si sgombrino per quella parte, che corrisponde alla luce di esse, fino ad una tal distanza dalle medesime, nulladimeno ne resta ristretto il canale, e in maggior distanza anche rialzato, onde viene a farsi meno capace il vaso per un'altra; e quindi è, che simile artificio, o non si vuol praticare, che in acque ben chiare, o porta seco la necessità d'andare espurgando a mano gli interrimenti, al che tuttavia può supplire in parte il far correre di tempo in tempo l'acqua della colta non per le portine, ma per lo sfogatore, la cui soglia (posto che non sia più alta del fondo del canale) è quella, che dà regola al detto fondo.

L'altro modo più ordinario in cui questi canali prestano il loro officio di muover ruote, è col loro corso seguito, regolato tuttavia dalle portine, e dagli sfogatori, e di questo solo parla l'autore nel presente luogo.

tant'alte sopra il piano del fondo inferiore del canale, quanto ricerca la caduta necessaria a far muovere l'edificio; sopra del piano, o soglia superiore di questi stramazzi, si collocano più portine di legno, divise l'una dall'altra con pilastri, che vi stanno di mezzo coi suoi correnti, o incastri, ai quali si adattano le portine predette, che si aprono, e serrano a modo di saracinesca. Aperta una di queste, dà l'esito sotto di se (cioè per lo vano che resta tra la soglia dello stramazzo, e la parte inferiore di essa portina) all'acqua del canale che s'introduce a correre per un altro canale di legno, dal quale viene portata alla ruota, che dà il moto a tutto il restante della macchina. Quanto è maggiore l'altezza dell'acqua sopra la soglia dello stramazzo, tanto maggiore è la velocità, colla quale ella esce dal vano delle portine; e tanto più si accresce, quanto più grande è la caduta del canale di legno che la riceve; dimanierachè l'impeto, col quale è spinta la ruota, è per appunto quello (prescindendo dalle resistenze) che compete alla discesa dalla superficie dell'acqua sostenuta dalle portine, sino al luogo dell'applicazione dell'acqua alla ruota; sebbene poi la velocità, con che questa si muove, sia varia, secondo la quantità dell'acqua, che spinge l'ala della ruota; secondo il modo dell'applicazione di quella a questa; e secondo la quantità della resistenza che incontra; provvenga ella, o dalla struttura, e condizioni della macchina, o (1) dall'acqua del canale inferiore, che suole ostare al giro della ruota medesima.

---

(1) Una delle principali avvertenze, che si vuol avere nel condurre i canali regolati, quando questi debbono servire a' mulini, o a simili ordigni, è che l'acqua del canal inferiore all'edificio non osti colla sua altezza al roteggio, o sia coll'annegare i cucchiai, o ritrecini, su quali cascando l'acqua fa girare il fuso, che dà moto alla macchina, o sia nell'affogare le ale inferiori della ruota verticale, che gira per l'impulso fatto dall'ocqua sopra una delle ale orizzontali, secondo, che coll'uno, o coll'oltro di questi due artificj è fabbricoto il mulino; il quale restando perciò o impedito, o ritardato nel suo movimento, dicesi *pescare*, o *guazzare*. Qual sia il segno, a cui alzandosi l'acqua nel canal inferiore, basta per impedir il macinato in que' mulini, che qui chiamano *a pale* (cioè in quelli della seconda maniera delle due ora descritte) si dee dedurre dall'esperienza di altre simili macchine, avendo riguardo nel farne il confronto al più, o meno di caduta dal livello dell'acqua rialzata dalle portine, fino al punto dell'ala, su cui la stessa acqua va o percuoter la ruota, alla moggiore, o minor lunghezza delle ale predette, al ricever esse sopra di se più, o meno d'acqua, o all'incontrarne la cascata in sito più, o meno lontano dall'asse della ruota, alla struttura di questa più, o meno agevole al moto, e a diverse altre circostanze, essendo certo, che secondo lo vorietà di queste potranno le ale inferiori della ruota guazzare qualche poco nell'acqua senza pregiudicio della molituro. Ma negli altri mulini della primo maniera, basta che l'acqua inferiore non affoghi il centro di percussione de' ritrecini, che disposti in giro orrizzontale circondano il fuso, per assicurarsi, che il movimento non resti impedito.

Ponno essere le predette portine, o una sola, o più; e ciò dipende dalla quantità di acqua che si ha nel canale, e dal numero degli edificj che si hanno da muovere; e quando questi ricerchino tutta l'acqua, come che il corso di essa viene ad essere nelle parti vicine al fondo del canale, *poco moto si osserva nella di lui superficie*, che apparisce al senso, quasi stagnante; ma se con istromenti idonei si misurerà la velocità, si riscontrerà quanto ella sia grande vicino al fondo del canale. *Nei luoghi* però *del medesimo*, che sono molto *al di sopra delle portine* predette, *si vede la superficie dell'acqua più veloce*, e si riscontra non essere tanta la differenza tra la velocità della superficie, e quella del fondo, sinchè *cessando gli effetti del ristagno fatto dalle portine*, *l'acqua corre con quelle regole*, *che sono proprie dei fiumi liberi*. Ma quando l'acqua sia più copiosa di quello, può richiedere l'uso degli edificj, si ha necessità di avere dei *regolatori*, *o sfogatori*, i quali divertiscano l'acqua superflua; e ponno essere di due sorti, cioè, o alti a fior di acqua ordinaria, o paraporti. I primi hanno la soglia tanto alta, quanto basta per ritenere nel canale la quantità di acqua necessaria, e lasciano passare sopra di quella, la soprabbondante; questi *diversivi a fior di acqua* sono di uso facilissimo; *perchè sono sempre in opera*, *e preparati al loro ufficio; ma* per lo contrario, *non fanno molte volte tutto l'effetto che si vorrebbe*, e niente contribuiscono a mantenere scavato il canale. Ma i *paraporti*, sebbene sono più difficili da maneggiare, ed addimandano maggior vigilanza, *fanno effetto più sensibile in regolar l'acqua a misura del bisogno*, *in caso di escrescenze*, *e mantengono scavato il fondo al canale*, come si è detto di sopra, trattando dei medesimi. Accade sovente, che non si abbia luogo, dove smaltire l'acqua estratta dal canale; e perciò è necessario rimetterla dentro il medesimo, nella parte di sotto allo stramazzo, il che si fa ordinariamente in due maniere; o con canali laterali, che dopo poco spazio si riuniscano al canale principale; o pure facendo una porta grande, che stia in mezzo alle portine, provveduta al di sotto di un canale particolare, e proporzionato, che non abbia alcuna comunicazione con quelli delle portine, e che porti l'acqua che riceve al disotto dell'edificio, ed (1) in luogo, che l'acqua uscita da esso, non dia impedimento veruno al moto delle ruote; e con tale avvertenza si dee pure procedere nell'eleggere il sito dell'ingresso del canale laterale

(1) Quando l'acqua uscita dallo sfogatore ricade nel canal inferiore in luogo troppo vicino all'edificio del mulino, può dar impedimento al moto delle ruote non pure colla sua altezza, ma eziandio coll'agitazione della superficie del canale cagionata dalla caduta fatta dallo stramazzo dello sfogatore, resistendo con tal agitazione al libero giro delle ale inferiori della ruota, e perciò conviene tener

del diversivo; e perciò, *in caso che lo stramazzo scarseggi di caduta, meglio riescono i diversivi laterali*, come quelli che rendono l'acqua al canale in quella distanza che si vuole, e che si trova non essere nociva.

Quando ad un edificio si pensi farne succedere degli altri, che addimandino anche essi della caduta, bisogna prima riflettere, se la caduta del canale lo permetta; posciachè, come si è detto di sopra, le cadute di tutti gli stramazzi prese insieme, non ponno eccedere quella, che è soprabbondante al canale, se pure non si pretendesse di sottomettersi all'obbligo dell'escavazione. Coll'avvertenza a questa regola, *poco importa, se gli edificj siano o in poca, o in molta distanza l'uno dall'altro; purchè le ruote del primo non risentano il ristagno fatto dalle portine del secondo*; e tal riguardo ancora si dovrebbe avere, quando mancando la caduta si pensasse di mantenere basso

---

lentano al possibile dal mulino il punto del ritorno delle acque dello sfogatore entro il canale.

Ma l'impedimento più ordinario, che sogliano soffrire i mulini dell'acqua del canal inferiore, è quando essendo essi situati non lungi dallo sbocco del detto canale nel fiume, che ne è il recipiente, sopravvengono in questo le piene, o anco le mezze piene, talmente che rigurgitando nel canale ne sostengano l'acqua a maggior altezza di quella, con cui correrebbe quella del solo canale. Allora se l'acqua immediatamente di sotto all'edificio può alzarsi tanto, da impedir il moto alle macchine, convien cessare dalla molitura, come pur converrebbe se il rigurgito si escludesse con chiavica apposta allo sbocco del canale nel fiume recipiente, onde non vi è altro rimedio, quando anche in tale stato si voglia poter macinare, che avervi riguardo da principio nel fissare i livelli dei centri delle ruote sulle quali dee piombar l'acqua delle portine, tenendoli a tale altezza, che per tutta quella elevazione di acque, che possa succedere immediatamente di sotto al mulino vi resti assai di franco da non pregiudicare al moto; e però in tal caso si dee prender notizia del segno, a cui si ponno alzar le acque del recipiente nelle sue escrescenze al punto dello sbocco da darsi al canale, e riflettere alla quantità dell'acqua di esso canale, alla sua larghezza nella parte inferiore al mulino, e alla distanza di questo dallo sbocco, ricordandosi tuttavia, che secondo le cose dette all'annotazione 3 del capo 10, nel tratto soggetto al rigurgito, l'acqua del canale non farà inclinarne la superficie, che assai meno di quello che penderebbe, se il canale corresse libero; onde la superficie predetta immediatamente di sotto al mulino non potrà riuscir alta di molto sopra il livello della piena del recipiente, e tanto meno quanto lo sbocco sarà più vicino. Dal livello, a cui si saranno collocate le ruote dipende quello delle soglie delle portine, e di quella dello stramazzo del regolatore, che dee serbare una ragionevol distanza dalle portine suddette, onde può darsi caso, che la caduta del canale dalla sua origine fino allo sbocco, la quale per altro a solo riguardo del fondo di esso, e dello stramazzo da farvisi, sarebbe bastevole, divenga difettosa di sopra allo stramazzo a riguardo di sfuggire l'impedimento predetto del rigurgito, quando si voglia macinare in ogni stato del recipiente; e che però convenga tenere alta di vantaggio la soglia dell'incile, e per conseguente la chiusa, da cui il canale prende origine.

il fondo del canale col escavarlo di tempo in tempo; ed allora sarà venuto il caso d' intraprendere ciò, quando l' elevazione del fondo sarà fatta tale, che cagioni tanto di altezza di acqua nel canale inferiore, che cominci a pregiudicare al moto delle ruote dell' edificio superiore; poichè *l' interrimento di un canale, in caso simile, mai non apporta danno all' edificio inferiore, ma solo a quello che immediatamente gli sta al di sopra.*

Il secondo beneficio, che si ritrae da questi canali, è quello della navigazioni. Richiedesi a questo fine tant' altezza di acqua, che basti almeno a sostentare le barche, dimanierachè, essendo cariche, non tocchino il fondo; e tanta larghezza, che possano comodamente darsi luogo, nell' incontrarsi due barche; quindi è, che secondo la qualità di queste, addimandano maggiore, o minor conto d' acqua i canali navigabili; o pure (che è il più facile, e consueto) bisogna proporzionare la qualità, e grandezza delle barche all' altezza di acqua, ed alla larghezza d' alveo, che si ha. Ma perchè molte volte, dando la larghezza necessaria al canale, riesce l' altezza dell' acqua così scarsa che si rende incapace di portar le barche, che si vorrebbero adoperare; perciò è necessario di provvedere coll' arte a questo difetto, trattenendo l' acqua, ed obbligandola ad alzarsi di pelo sino a quel segno, che può soddisfare al bisogno; quindi è, che *con debolissimi corsi di acqua si ponno fare canali navigabili da ogni sorte di barche.* Non basta però dare corpo all' acqua con trattenerla; se nello stesso tempo non si provvede al transito delle barche, che per altro resterebbe interrotto dagli ostacoli, opposti al corso del canale per elevarlo di superficie. Ciò s' ottiene col fare, che gli ostacoli possano rimuoversi a piacimento, e la maniera più praticabile è quella dei *sostegni*, che sono una specie di cateratte artificiali.

Sono composti i detti sostegni di due ordini di porte (*fig.* 59.) ognuno dei quali serra attraverso tutto il canale, e sono distanti l' uno dall' altro, quanto basta per dar luogo libero nel sito di mezzo ad una, o più barche, rispetto tanto alla lunghezza, quanto alla larghezza di esse; essendo chiuse le porte superiori, l' acqua al di sopra di esse resta elevata a quel segno che si desidera, ed al di sotto resta bassa più, o meno, secondo le circostanze; e lo stesso succede, quando aperte che siano le porte superiori, restano chiuse le inferiori, dimodochè nel sito compreso fra i due ordini di porte (che dev' essere fortificato di muro) l' acqua, ora si trova alta, ora bassa, (1) con

(1) Per caduta del sostegno s' intende quì l' altezza del pelo d' acqua del canal superiore sopra il pelo d' acqua dell' inferiore, o sia il fondo dell' uno, e dell' altro canale tutto in un piano, o in diversi piani, giacchè nell' uno, e nell' altro modo si ponno fare i sostegni, come l' autore dichiara più sotto nel §. *Deesi.*

quella differenza fra l' altezza, e la bassezza che porta la caduta del sostegno. Da ciò deriva, che entrata che sia una barca nel sostegno, quando le porte inferiori sono chiuse, ed aperte le superiori (il che porta per necessità, che il pelo dell' acqua del sostegno stia in quel tempo a livello colla superficie del canale superiore) si ponno di poi chiudere le porte di sopra, impedendo l' afflusso di nuova acqua nel sostegno medesimo; indi scaricando regolatamente l' acqua racchiusa fra le porte, si viene a poco a poco ad abbassare il di lei pelo, sino ad equilibrarsi con quello del canale inferiore, ed allora aperte le porte di sotto, si lascia luogo alla barca di proseguire il suo viaggio. In modo contrario si dà il passo dalla parte inferiore del canale alla superiore; posciachè introdotta la barca nel sostegno, trova in esso il pelo dell' acqua assai basso, come che le porte superiori impediscono che l' acqua del canale più alto non vi entri: chiuse poi le porte inferiori, ed introdotta con regola nuova acqua nel sostegno, questa a poco a poco va elevandosi di superficie, e solleva la barca, sinchè equilibratosi il pelo del sostegno con quello del canale di sopra, si aprono le porte, e la barca, uscendo dal sostegno, ripiglia il suo cammino.

Nell' empiere e votare i sostegni, si osservano diverse particolarità rimarcabili; poichè *nell' empierli si vede un continuo bollimento di acqua, composto di vortici di ogni sorte*, il quale scuote molte volte la barca, e la aggirerebbe, se non fosse legata a qualche luogo stabile; ciò procede dalle diverse riflessioni, che patisce l' acqua dalle sponde del sostegno, e dalle porte inferiori, siccome ancora dai risalti, che fa dal fondo alla superficie. Questi moti sono maggiori, e più evidenti, quanto maggiore è la caduta del sostegno; e perciò anche sul principio del riempiersi, si osservano maggiori, e più patentemente, e poi vanno scemandosi gradatamente, finchè empiuto affatto il sostegno, terminano in una placidissima quiete. Parimente si osserva che *prima che l' acqua del sostegno arrivi col suo pelo a livello di quella del fondo del canale superiore; o pure a livello del fondo dello sfogatore*, che dà l' acqua al sostegno medesimo, *il riempimento si fa sempre con eguale celerità; ma dopo questa comincia a scemare, e sempre più, quanto minore si rende la differenza dei peli di acqua*. Questo effetto nasce dalla velocità dell' acqua, che prima essendo uniforme, e scorrendo sempre per la stessa apertura, porta nel sostegno in tempi uguali, quantità uguali di acqua; ma poscia trovando il contrasto dell' acqua nel sostegno, comincia a sminuirsi, e la velocità, e la copia dell' acqua; e perciò in tempo uguale non può fare l' alzamento di prima. Per questa stessa ragione, in alcuni casi, ad effetto di non dare scuotimenti violenti alle barche, sul principio del riempimento, si dà minore apertura all' acqua ch' entra nel sostegno.

ma verso il fine si accresce; perchè allora essendo minore il di lei impeto, non può cagionare moti dannosi, come farebbe nel principio, quando la medesima vi entra con più velocità.

Nel votarsi poi dei sostegni si vede tutto il contrario; perchè *sul principio gli abbassamenti dell' acqua sono maggiori, che nel fine;* e ciò nasce dall' altezza di essa, che quanto è maggiore, cagiona più velocità in quella che esce, secondo la proporzione medesima, colla quale si vota un vaso pieno di acqua, come è stato dimostrato dal Torricelli, e da altri. E perchè il votarsi di un sostegno, altera poco il pelo dell' acqua del canale inferiore, e perciò la di lui acqua non apporta impedimento di considerazione a quella che esce, ne nasce, che più *presto voterassi un sostegno di quello che si empia; e tanto maggiore sarà la differenza del tempo, quanto il fondo del canale superiore sarà più alto del pelo dell' acqua ordinaria del sostegno,* come renderassi manifesto dal considerare, che (1) l' altezza la quale dà la velocità all' uscita, è uguale alla caduta del sostegno; ma quella che rende l' acqua veloce nell' entrare, è tanto minore della predetta, di quanto importa l' alzamento del fondo del canale superiore sopra il pelo di acqua dell' inferiore. In fine *l' acqua nell' uscire dal sostegno non fa in esso, quei moti sregolati, che cagiona nell' entrare;* ma bensì nel canale inferiore, abbenchè, a causa dello sfogo, che dà loro il canale, siano di gran lunga meno rimarcabili degli altri.

Siccome *deono avere i sostegni un' acqua regolata,* altrimenti correrebbero rischio di essere in breve roversciati dall' impeto delle piene, e sarebbero incomodi al transito delle barche; così *hanno bisogno di diversivi, e di sfogatori,* che rimovano la superflua, anzi l' ordinaria, quale non dee mai avere esito per lo sostegno, che in tempo di bisogno; ma bensì essere sostentata in modo, che il tratto superiore del canale abbia acqua abbondante per l' uso della navigazione; è perciò dee essa star sempre appoggiata all' uno, o all' altro ordine di porte del sostegno. Queste diversioni di acqua utilmente si adoprano a far muovere diverse macchine; e perciò cadono sotto le considerazioni già fatte.

---

(1) Si suppone in questo luogo, che il fondo del canale superiore non sia in un medesimo piano colla platea di muro, che costituisce il fondo del vaso del sostegno, ed è eguale al fondo del canale superiore, ma più alto della detta platea, e regolato a tale altezza mediante una soglia, sulla quale posano le porte dell' ordine superiore, siccome quelle dell' inferiore posano sulla detta platea all' uscir del vaso del sostegno; e si suppone in oltre, che la soglia predetta, o sia il fondo del canal superiore sia più alto del pelo dell' inferiore. Ciò posto ha luogo la considerazione che egli qui porta.

Deesi ben avvertire, che diminuendosi, per cagione del sostentarsi dell'acqua, il corso alla medesima, qual volta questa sia torbida, succedono degli *interrimenti di fondo;* che però *si tolgono almeno in gran parte coll' aprire, di quando in quando le porte dei sostegni,* o paraporti che vi si trovano, e fare che la velocità del corso dell'acqua in quel tempo escavi il canale, sino alla soglia delle porte superiori, o del paraporto; la quale escavazione viene molto facilitata dalla copia dell'acqua trattenuta, di gran lunga maggiore di quella, che avrebbesi, se il canale fosse aperto, essendo quest' effetto simile a quello, che fanno i rigurgiti del mare negli alvei dei fiumi, che vi sboccano immediatamente. *Giova* anche *molto al fine medesimo il moto delle barche,* che nel loro passaggio agitano l'acqua, e la rendono più veloce, particolarmente nelle parti inferiori, e quando sono tirate contro il di lei corso; al che succede, che staccata l'arena dal fondo, a poco a poco, viene spinta all'ingiù, e finalmente portata al suo termine. Se il sostegno non avrà le soglie più alte del fondo stabilito del canale, egli è evidente, che *la sola apertura delle porte di quello, in tempo di acqua grossa, è bastante per espurgarlo da tutti gl' interrimenti,* succeduti nel tempo che esse sono state chiuse; perchè siccome, libero che fosse il canale, non interrirebbe se medesimo, così quando sia interrito, è valevole senz'alcun aiuto esteriore a ristabilirsi sul suo fondo primiero; e non vi ha dubbio, che dopo aperte le porte del sostegno, il medesimo canale non sia constituito in istato d'intera libertà; quindi è, che *non occorre mai, con soglie attraverso il canale, fare elevare il fondo dello stesso, se non si ha caduta soprabbondante;* ma basta, in caso di avere per appunto la sufficiente, o pure qualche poco deficiente, fare il predetto doppio ordine di porte, tutte dell'altezza medesima, e situare le soglie di queste, e di quelle al piano del fondo del canale. Per altro, *quando l' escavazione del canale interrito non possa ottenersi coll' apertura,* più volte replicata, *delle porte* ultimamente descritte, *converrà ricorrere all' escavazione manufatta,* che è l'unico rimedio in quei casi, nei quali la natura ricusa di cooperare al nostro fine.

Giacchè la materia ha portato di avere a discorrere delle navigazioni, non sarà fuori di proposito d'indicare quì brevemente i mezzi, coi quali si rendono navigabili i fiumi. Tutto ciò che impedisce che un fiume non sia navigabile, o appartiene all'alveo, o all'acqua che scorre per esso. Gl' impedimenti alla navigazione che derivano dall'alveo, sono 1.° *Gl' interrompimenti del medesimo,* come sono le cateratte, la copia dei sassi, particolarmente di mole smisurata ec. 2.° *La soverchia larghezza del letto occupato dall' acqua nella sua mediocrità,* la quale fa, che non si possa avere la necessaria altezza

del corpo di questa. 3.° *Gli scogli che si alzano dal fondo dell' alveo*. 4.° *I vortici*, particolarmente quelli, che per qualche apertura esistente nel fondo, ingoiano l'acqua, e con essa molte volte le cose, che sopra di essa galleggiano. 5°. *La soverchia angustia delle tortuosità*, che non permette che le barche si voltino con facilità, e fa che difficilmente siano tirate contr'acqua. 6°. *Il difetto delle sponde*, o troppo alte, e scoscese, sichè non lascino il luogo conveniente agli animali, che deono tirare le barche al contrario del corso del fiume; o troppo basse, dimodochè siano sormontate da ogni escrescenza di acqua, che le renda pantanose, ed impossibili a praticarsi; o troppo distanti dal filone del fiume, di manierachè da esse non si possa ricevere aiuto alcuno in caso di bisogno ec.

Di questi però, alcuni sono rimediabili, altri no. Poichè le cateratte, se sono artificiali, ponno avere altr' uso più importante, che di rendere navigabile il fiume; e se sono naturali, e il fiume perenne, o sono impossibili da rimuoversi, o troppo dannoso sarebbe l'effetto, che ne fosse per seguire, atteso il profondamento che si farebbe nell' alveo del fiume superiore ad esse, quando però fosse possibile, ed il sito lo permettesse, *si potrebbe derivare un canale dall' alveo superiore, e portarlo a sboccare nell' inferiore, facendo in esso* quel numero di *sostegni* che bisognasse, per fare ascendere le barche dall' alveo di sotto a quello di sopra, ed al contrario: insomma far conto, che la cateratta fosse il diversivo di un sostegno. *I sassi grossi* che si trovano negli alvei dei fiumi, e che col loro ostacolo impediscono il transito alle barche, *ponno levarsi, o rompersi*, qual volta però sia da sperarsi, che levati essi non ve ne rientrino degli altri simili; e perciò quando la qualità dei sassi portati dai torrenti ordinariamente nell'alveo del fiume, è quella che toglie al medesimo la navigazione, è altresì vana ogni opera per levarli, se non si divertiscono i torrenti, il che più volte riesce impossibile.

Alla soverchia larghezza dell' alveo si rimedie, *col tenere ristretta l' acqua*, o con lavorieri alle ripe, che producano delle alluvioni, e che vogliono essere proporzionati al fiume, e dal sito, nel quale si hanno da fare; o se la larghezza dipendesse dalla qualità del fondo difficile da escavarsi, col procurare di fare coll'arte, e coll' opera manuale, quello che non può fare il fiume da se; o pure col fargli mutar corso, e condurlo a scorrere per luoghi, nei quali sia più facile da mantenersi ristretto. Si dee però avvertire, che i fiumi hanno la loro larghezza determinata dalla natura, la quale solo con violenza può sminuirsi; ma in questo caso bisogna riflettere, se il fiume conservi la stessa soverchia larghezza in tutti i siti; o pure se tale larghezza è in un luogo solo: se questo sia, è parimente segno che l' alveo troppo dilatato, è effetto di cause accidentali che ponno

superarsi; ma (1) *se la larghezza sia uniforme in tutti i luoghi, il difetto non procederà da essa, ma dalla scarsezza dell'acqua;* e quando pure il medesimo difetto volesse superarsi, bisognarebbe prepararsi a fare un continuo sforzo alla natura, o pure valersi dell'acqua che si ha, introducendola in un canale regolato, per lo quale potesse avere, ridotta in alveo più angusto, un'altezza necessaria al bisogno.

Gli scogli che si alzano dal fondo dell'alveo, *se restano sempre coperti dall'acqua, sono difficili da levarsi;* pure non è impossibile, e in ciò si ricerca il giudicio di chi ha da operarvi; ma *se* alle volte *si scoprono in acqua bassa ponno spezzarsi*, o collo scarpello, o con mine fattevi dentro; ma rare volte, se non sono bene spessi, impediscono che un fiume non sia navigabile, bensì lo rendono pericoloso in certa altezza di acqua.

I vortici se sono ciechi, si tolgono colla rimozione delle cause che li producono, le quali sempre stanno alle sponde, qualche volta nel fondo degli alvei; e perciò chi ben intenderà le cagioni di essi, facilmente comprenderà, come si possa loro provvedere; rade volte però sono questi pericolosi. Ma *le voragini che ingoiano l'acqua, non hanno rimedio alcuno*; *solo* se fosse praticabile, *si potrebbe derivare un canale che uscisse dal fiume al di sopra, e rientrasse al di sotto della voragine medesima*. La qualità di questo pericolo non si può diffinire, che dall'esempio che hanno dato agli altri, i più incauti, e i più temerarj, siccome in molti casi l'esperienza insegna, quale sia la strada che debba tenersi per isfuggirne il pericolo.

All'angustia delle tortuosità si rimedia in quelle stesse maniere, che si praticano per le corrosioni; e perciò quando riesca inutile ogni altro tentativo, si ponno fare dei tagli, e con essi raddirizzare il corso del fiume.

Perchè le barche vadano a seconda del fiume, poca, o niuna considerazione si dee avere alla qualità delle sponde; ma se deono tornare indietro contr'acqua, e se la forza del vento non è bastante a spingervele, bisogna adoprare cavalli, o altri animali, che colla loro forza superino quella della corrente; perciò *bisogna, che per questi sia preparata una strada*, il più che sia possibile, facile, che nei

(1) Quì *in tutti i luoghi* si dee intendere per tutto quel tratto, per cui si mantiene la medesima qualità del fondo difficile ad abbassarsi con ulteriore escavazione, e perciò attribuisce in tal caso l'autore la larghezza del fiume, alla scarsezza dell'acqua, in quanto non avendo questa assai di forza per rodere il fondo, ma avendola per dilatarsi alle sponde, come meno resistenti, troppo più guadagni in larghezza, di quel che farebbe, se portando il fiume maggior quantità d'acqua esercitasse contra il fondo maggior forza.

fiumi arginati suol essere sopra gli argini, e sul labbro delle golene; e nei disarginati, in tempo di acqua bassa, per le ghiare, ed in tempo di piena per le ripe dei fiumi medesimi. Quindi è, che i siti di queste strade deono essere liberi, e senza arbori dalla parte del fiume, e tanto alte, che l'acqua del fiume non v'arrivi, ma poco di più; e di buon fondo, perchè gli animali predetti non vi s'impantanino. Perciò, *se un fiume avrà le sponde scoscese*, come se fossero di sasso, *e troppo alte, non sarà navigabile, quando dentro del dirupo non si tagli una strada proporzionata*, bassa quanto basta, per non avere una tirata troppo obbliqua; e tanto alta, che non sia bagnata dal fiume; e quando le medesime fossero pantanose, perchè il fiume le sormontasse, bisognerebbe alzarle a modo d'argini, e in questa maniera renderle più asciutte: finalmente, se fossero troppo lontane dal filone, come quando i fiumi di gran larghezza nelle piene, sono assai magri d'acqua, e questa si spinge col corso, ora a una ripa, ora all'altra; bisogna assodare una strada temporanea per le spiagge del fondo dell'alveo, e praticare questa, nella maniera che si può.

Gl'impedimenti delle navigazioni, che appartengono all'acqua, la quale scorre per li fiumi che si vorrebbero rendere navigabili, sono questi. 1.° *La scarsezza dell'acqua medesima*. 2.° *La di lei soverchia velocità*. 3.° *Il camminare ella senza regola*. La scarsezza non è rimediabile per altra strada, che con accrescerla mediante l'unione di più fiumi in un sol alveo, e con acquistare dei rigurgiti, o dal mare, o da' fiumi reali. Alcuni fiumi che entrano nell'Oceano, non sarebbero navigabili, se dovesse servire alla navigazione la poca acqua che portano; ma perchè assorbiscono nei flussi un ristagno di acque marine, in alcuni luoghi di trenta, e più piedi d'altezza, si rendono con tal mezzo capaci di portar barche grossissime. Nella stessa maniera i fiumi tributarj che sboccano nei reali, sono navigabili per qualche tratto coll'acqua, che ricevono di rigurgito da questi; oltre il quale alle volte non sono atti a portare un picciolo batteletto, tanto poca è l'acqua che hanno. Per questa ragione pochi sono i fiumi dell'Italia che siano navigabili; perchè essendo di breve corso, hanno poc'acqua, e per conseguenza gran declività di fondo; ed entrando, o nel golfo Adriatico, o nel Mediterraneo (mari, che hanno poco flusso, e riflusso) non godono del beneficio del rigurgito delle acque marine. *L'unico rifugio* adunque *in caso di scarsezza di acqua è quello di cavarla dal fiume, e d'introdurla in un canale regolato*, che cogli artificj sopra descritti, può rendersi idoneo a qualunque sorte di navigazione.

La velocità dell'acqua dei fiumi, anch'essa ricusa ogni sorte di rimedio; se non è quello di *superarne la violenza del corso a forza di animali che tirino le barche:* dipende la velocità in casi simili,

come si è detto, dall'inclinazione degli alvei, la quale, come determinata che è dalla natura, è insuperabile: l'arte di navigare all'ingiù fiumi, anche velocissimi (abbenchè pieni di scogli, e di correntie impetuosissime) è arrivata a tal segno, che si può dire avere toccati i limiti della temerità; ma quella di navigare allo incontro dei medesimi corsi, non oltrepassa il segno di valersi della forza degli animali; e quando questa non basta, non arriva ella più oltre. Perciò alcuni fiumi sono bene navigabili, ed altri potrebbero rendersi tali, quasi dalla loro prima origine sino allo sbocco nel mare; ma il navigarli al contrario riesce impossibile, se non dentro uno spazio determinato, nel quale le declività degli alvei non sono eccessivamente grandi, è ciò qualunque sia il corpo di acqua che portano.

Il *divagare delle acque*, o sia il correre senza regola, *è un difetto il più facile da correggere di ogni altro*. Non è altro questo corso sregolato, che l'uscire che fa l'acqua dal proprio alveo, dentro il quale correva ristretta, e dividersi in più piccioli rami, ed in fine espandersi, o in una campagna, o in una palude, o in una laguna ec. a cagione della quale diramazione, ed espansione, non ritiene più quell' altezza di corpo, che è necessaria a reggere le navi: a ciò si può rimediare in diverse maniere; posciachè; se nel sito dell' espansione si trova terra da fare argini, basta chiudere i rami superflui, ed obbligare l'acqua a correre per un solo, dentro il quale avrà altezza maggiore; ed arginare le sponde di detto alveo, acciò il fiume non le sormonti; se però ciò solamente succedesse in tempo di piena, e che l'acqua ordinaria, correndo inalveata, bastasse alla navigazione, non occorrerebbe per questo fine fabbricare argine alcuno. Ma mancando la terra per la formazione dell' alveo predetto, si può con pali piantati, ed intrecciati di rami di arbori flessibili, racchiudere da una banda, e dall' altra, un sito eguale a un dipresso a quello, che occuperebbe l' alveo, formato che fosse colle alluvioni, ed introdurvi a sboccare dentro il fiume, il quale se sarà torbido potrà col tempo, e col mezzo delle deposizioni stabilirsi per la strada medesima l' alveo. Bisogna però procurare di secondare con questa operazione l' inclinazione del fiume, altrimenti, si getterà la spesa senza ottenere il fine desiderato. Serve ancora al medesimo fine, o l' escavare il fondo della palude, o il togliere gl' impedimenti al corso; perchè il fiume s' inalveerà per quel sito, nel quale troverà dei concavi continuati, e nel quale incontrerà minori impedimenti, oltre che ciò è necessario per dare il corpo di acqua, e l' adito necessario alle barche: diverse altre circostanze ponno suggerire rimedj di altra natura, che lasceremo scegliere al giudicio dell' architetto.

Ma egli è ormai tempo di ritornare su la materia di questo capitolo, e di riassumere la considerazione degli usi dei canali regolati; il

terzo dei quali è, di *distribuire le acque per le irrigazioni, e per altri comodi*, che ne ricavano quelli che se ne servono. Per condurre con buon metodo, da un luogo all' altro canali di tal natura si debbono osservare due regole, la prima delle quali è, che *il canale sia costituito in luogo alto*, se pure non si vuole cavare l' acqua da esso col mezzo di macchine; e perciò si dee formargli l' alveo, non all' uso degli scoli, nel sito più basso delle campagne, nè al lungo della loro pendenza, ma bensì in piani sufficientemente elevati, e piuttosto attraverso delle campagne; e perciò quelli che sono destinati a questo fine nei nostri paesi, per lo più costeggiano le falde delle montagne, poco importando, che ad oggetto di portarli da un luogo all' altro, si richiedano arginature molte volte assai alte. Anche però *nella condotta di questi canali si deono osservare le cadute e la disposizione del piano di campagna*, per non dare in isconcerti grandi, che tolgono la durabilità all' operazione, e perciò è bene (e sarà l' altra regola) che *il pelo dell' acqua di uno di questi canali si elevi poco sopra la superficie della terra*, o almeno non abbia il fondo più alto della medesima, almeno dalla parte di sopra; altrimenti le sorgive e l' intersecazione dei scoli faranno dei danni. Io ho osservato in molti di questi canali che traversano le campagne, come nel nostro canale di Reno, e in quello che viene da Savena, l' uno, e l' altro dei quali entrano in Bologna; nel naviglio di Milano, ed in quello, per lo quale da Padova si passa a Monselice, che la loro ripa dalla parte della montagna, o non ha bisogno di argini, o pure questi sono bassissimi; ma dalla parte opposta, in molti luoghi conviene sostentar tutta l' acqua a forza di argini, e non ho saputo comprendere, se ciò dipenda dall' avvertenza degli architetti, che prima li disegnarono, o pure dalla natura, che col tempo abbia proporzionato il sito al bisogno del canale. Io credo però più facilmente quest' ultimo; perchè supposto che sul principio sia un canale munito di argini dall' una, e dall' altra parte, egli è certo, che accadendo rotte, o espansioni dalla parte di sopra, si deono fare delle alluvioni nei siti bassi, e (allargandosi le acque in poco sito, e non avendo altro esito che nel canale medesimo) molto più alte di quello, possano essere, succedendo rotte negli argini del medesimo canale, che risguardano la pianura, dalla qual parte l'acqua uscita dalla rotta, s' espande in maggior latitudine, e fa le alluvioni di gran lunga più basse; quindi è, che il piano di campagna, dalla banda più alta del canale, a poco a poco può essersi alzato al pari degli argini; e quello dalla parte opposta, non essendosi potuto alzare egualmente, nè meno può far sponda al canale, e lascia la necessità di supplire al bisogno coll' elevazione dell' argine. Sia in un modo, o nell' altro, noi possiamo da ciò intendere, quale sia il metodo mostratoci dalla natura, nella

derivazione dei canali simili, e procurare d'imitarlo nelle occasioni.

Per fare poi una giusta distribuzione, o erogazione delle acque di un canale regolato, si dee avvertire. 1.° (1) Che *i centri di tutte le bocche, le quali cavano acque da esso, siano egualmente depressi sotto la superficie della medesima;* altrimenti darassi il caso, che due

(1) È da avvertire, che le regole prescritte qui dall'autore per la distribuzione delle acque in una ragione data, servono per ottener un tal fine secondo il metodo già insegnato da lui medesimo nel libro 6 della misura delle acque correnti, ma non escludono, che tal distribuzione non possa anco farsi con altri metodi, che per avventura potessero essere suggeriti, per li quali farebbe tuttavia d'uopo prescrivere altre regole.

È anco da avvertire, che il detto metodo da lui proposto nel luogo citato, al quale sono uniformi le presenti regole, propriamente riguarda i canali orizzontali, e per conto di essi è dimostrato nelle proposizioni del detto libro 6, comecchè nello scolio 5.° della proposizione 4.ª di quel libro conchiuda parergli verisimile, che possa applicarsi lo stesso metodo a' canali inclinati, ove con qualche artificio si possa fare, che la superficie (non meno che quella degli orizzontali) in ogni altezza d'acqua si mantenga paralella al fondo, che è la seconda delle condizioni che qui egli richiede, affinchè abbia luogo il detto metodo.

In oltre richiedendo egli in questa prima regola, che i centri delle bocche, le quali debbono cavar l'acqua dal canale siano egualmente depressi sotto la superficie corrente dell'acqua, parmi che da ciò si raccolga intender egli, che le dette bocche tutte siano di figura circolare, e volendo poi inoltro nella regola 5.ª che tutte si facciano eguali, si toglie con ciò ogni scrupolo che nascer potesse, o sia per la differenza che può trovarsi tra il centro della figura, o il centro della velocità (ove il diametro della bocca sia di notabil grandezza) o sia per la diversità de' soffregamenti negli orli de' fori; venendo per tal maniera a collocarsi in tutti il centro di velocità egualmente basso sotto la superficie, e a farsi i soffregamenti in ciascun foro affatto eguali; onde a dispensar l'acqua nelle proporzioni, che si dimandano non vi resta che assegnare a ciascuno quel numero di tali bocche, che serba le dette proporzioni. L'istessa sicurezza potrebbe tuttavia ottenersi, se i fori fossero tutti di figura rettangolare, egualmente alti, ed egualmente larghi, e tutti similmente posti ad una medesima bassezza sotto il pelo dell'acqua. Con tali regole dunque meglio si provvede al bisogno di quello, che si farebbe adoperando fori rettangolari di eguale altezza, e di egual depressione sotto la superficie dell'acqua, ma di larghezze proporzionali alle acque da erogarsi, mentre il foro più capace, ne rapirebbe sempre più del dovere a cagione del soffregamento minore per rispetto alla sua capacità, che è quello che egli nota in questo paragrafo alla detta quinta regola, e molto maggiori abbagli si prenderebbero facendo i fori d'altre figure.

Stimo contuttociò doversi alle regole prescritte in questo luogo dall'autore, aggiugnerne a maggior sicurezza un'altra, cioè che i predetti fori siano talmente scavati entro la grossezza della pietra, in cui ciascuno è scolpito, che anco la figura degli orli, e delle pareti del foro per tutta la detta grossezza sia in tutti perfettamente eguale, simile, e similmente posta, dappoichè le celebri esperienze del sig. marchese Poleni da noi accennate nell'annotazione 3.ª del capo primo hanno fatto vedere di quanto momento sia la diversa maniera, in cui è scavato il foro, per variare la quantità dell'acqua estratta, non ostante l'uniformità di tutte le altre circostanze.

bocche uguali ricevano quantità di acqua disuguale, e che la differenza sia assai grande. 2.° Che *la superficie dell' acqua corrente sia*, perciò, *al possibile, sempre nello stato medesimo*, o *pure*, che *alzandosi, o abbassandosi, si conservi sempre paralella al pelo antecedente*; in altra maniera si varierà la proporzione dell' acque distribuite. Ma perchè ciò è difficile da ottenere, io consiglierei, che *la distribuzione si facesse proporzionata, supposto il pelo del canale nella sua maggiore bassezza*; perchè allora anche succede il caso di avere maggiormente bisogno dell' acqua; e se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere, è meglio che ciò sia in tempo di acqua abbondante. Il ristringimento proporzionato del canale può contribuire a mantenere il pelo dell' acqua sempre paralello a se medesimo, e noi abbiamo dato il metodo di farlo nel *VI. lib. della misura dell' acque*; ma ivi abbiamo supposto teoricamente, ed in astratto, che le larghezze del canale siano vive: punto, del quale è assai difficile l' assicurarsi nella pratica. 3.° *È necessario* ancora, *che il fondo del canale si conservi sempre invariato*; posciachè elevandosi, farà alzare il pelo dell' acqua, e le bocche superiori riceveranno acqua più del dovere in pregiudicio dell' inferiori; ed abbassandosi, succederà tutto il contrario. Quindi è, che dopo la costruzione d' un canale, non si dee fare immediatamente, o almeno assodare la distribuzione dell' acque, regolandosi sul fondo dell' escavazione; ma bensì dee aspettarsi, che il medesimo siasi stabilito colle regole della natura, e dopo distribuire la quantità dell' acqua a chi si dee. 4.° *Le bocche tutte si assegnino ne' luoghi, ne' quali il filone cammina paralello*, ed in mezzo *all' una, ed all' altra ripa*; poichè è certo, che se la direzione dell' acqua incontrerà una di queste bocche, v' entrerà in copia maggiore di quella, che uscirà per un' altra, che in parità di tutte l' altre circostanze, sia lontana dal filone predetto, e nella quale debba entrare col solo sforzo dell' altezza dell' acqua. 5.° *S' elegga una misura invariabile, alla quale abbiano da essere eguali tutte le bocche dell' erogazioni, e dovendosi maggior copia d' acqua all' uno, che all' altro, se gli assegnino più bocche separate nella dovuta proporzione*, le quali s' uniscano poi, se così si vuole, in un canal solo dopo la distribuzione; altrimenti regolandosi la proporzione secondo l' aree delle bocche, sempre n' avrà più del dovere la bocca maggiore, come quella che a riguardo dell' area ha minore la circonferenza, e per conseguenza minore l' ostacolo dello sfregamento fatto all' uscita. 6.° Che *i canali i quali ricevono immediatamente l' acqua dalle bocche predette, siano tutti della stessa lunghezza, larghezza, e pendenza, e nella parte interna egualmente lisci*; potendosi ragionevolmente credere, che l' acqua ricevuta in canali più larghi, più corti, e più declivi, riesca anche più copiosa; siccome è certo, che la diversa asprezza

interiore de' detti canali, apporta maggiore impedimento all' uscita dell' acqua: sotto nome di canale in questo luogo, s' intende un tubo che sta applicato al foro della bocca, e trasfonde l' acqua in un canale aperto, per lo quale viene poi portata al luogo destinato. 7.° Perchè alle volte una bocca sola serve a più d' uno, occorre che l' acqua uscita da essa, correndo per lo suo canale aperto, debba di nuovo dividersi; il che può farsi col *preparare un canale di pietra, che abbia il fondo per ogni verso orizzontale, o pure un bottino, nel quale si riceva l' acqua; ed intestatolo nella parte inferiore con un muro, incastrare in esso un marmo, o altra pietra dura, nella quale siano tagliati più fori eguali*, secondo le regole dette di sopra, *che diano a ciascheduno la sua parte dell' acqua*, da portarsi poi ne' fondi de' padroni per via di canali separati. S' avverta però in questa divisione ciò, che si è detto di sopra al numero quarto. 8.° *Quando la divisione s' ha da fare in due parti uguali, basta*, preparato che sia il canale predetto, *fare in esso un divisore, che tagli il corso dell' acqua nel mezzo*, ed obblighi la metà del canaletto a portarsi ad una parte, e l' altra metà, all' altra parte; nel che però si dee procurare, che lo scarico sia ugualmente felice, e che vi sia una perfetta uguaglianza di tutte le circostanze, a favore tanto dell' una, quanto dell' altra parte.

Quelli che distribuiscono, e vendono le acque ad oncie, si vagliono di una quantità per base fondamentale di tutte le altre, che loro è affatto incognita; poichè ordinariamente si desume questa denominazione dall' area del foro, o bocca, che la deriva dal canale, o altro ricettacolo; e sebbene questa può essere invariabile, la quantità però dell' acqua che passa per essa in un tempo determinato, variasi notabilmente, a cagione dell' altezza dell' acqua che sta sopra del foro. Appresso gli antichi Romani, che prima di distribuire le acque, le radunavano in una gran vasca, e situavano tutti i fori all' istesso livello, poteva servire il nome *d' oncia d' acqua*, se non per esprimere una quantità assoluta, e determinata nella sua grandezza, almeno per significare una quantità ideale, o piuttosto proporzionale, che sebbene variasse nella quantità, ritenesse però la stessa proporzione alle altre multiplici, o submultiplici della medesima, come sono i gradi del circolo assunti da' geometri per misurare la quantità degli angoli; ma nei nostri tempi, nei quali le erogazioni si fanno da' canali, e non si ha avvertenza veruna di situare le bocche alla stessa profondità sotto la superficie dell' acqua, il nome d' oncia nient' altro significa, fuorchè l' apertura della bocca dell' erogazione; quindi è, che il signor Mariotte nel suo altre volte lodato libro *del moto dell' acque*, stimò di dovere stabilire la quantità assoluta dell' acqua, che debba chiamarsi un' oncia; e dopo più esperienze fatte per trovare

la quantità dell'acqua che esce da un foro circolare, che abbia un pollice, o un'oncia di diametro, e che sia appena sommerso sotto la superficie dell'acqua del riservatoio; ferma la quantità *d'un'oncia, o pollice di acqua, a quella quantità di essa, che essendo uscita dal suo foro in un minuto di tempo, può essere precisamente contenuta da quattordici pinte di misura di Parigi, ciascuna delle quali contenga due libre*, dimodochè un'oncia di acqua, secondo il detto famosissimo autore, verrebbe ad essere ventotto libre parigine. Ciò è affatto arbitrario; ma non ostante, converrebbe pure, che gl'instromenti s'accordassero in determinare una quantità alla quale potessero avere relazione le altre, o maggiori, o minori.

Discorrendo della distribuzione dell'acque, io non ho preteso, che perciò si debbano togliere gli abusi, che in essa si commettono; poichè so quanto sia difficile di correggere gli errori inveterati, particolarmente quando sono generali, e ridondano in vantaggio di qualcheduno: e nè meno ho pensato di trovare i rimedj a tutti i casi possibili, bensì di aprire l'intelletto a' professori, acciocchè, occorrendone de' non preveduti, possano trovare i ripieghi adattati a fare in tutti i casi la più giusta distribuzione delle acque che sia possibile, particolarmente quando si debbano mettere in essere nuovi canali; onde per fine voglio avvertire, che (1) dubitandosi, che una distribuzione fatta, sia giusta, e facile, trattandosi di piccioli canaletti, di escavare fosse eguali nel terreno, per esempio, di cinque piedi per

---

(1) L'espediente che l'autore qui suggerisce di assicurarsi della giustezza dell'erogazione dell'acqua per diverse bocche coll'attual misura di quanta ne esca per l'una, e per l'altra in un medesimo tempo è quel solo, che a mio credere può togliere ogni scrupolo in una così difficil materia; nè solamente un tal metodo può servire a saper la proporzione delle acque, ma anco a rilevarne la quantità assoluta, la quale stime difficilissimo accertare per altra strada, che per quella dell'esperienza, attesi i molti capi di oscurità, ne' quali è inviluppata una tal ricerca, come si può dedurre dalle annotazioni fatte in più luoghi di quest'opera, e singolarmente al primo, e al quarto capo. È ben vero, che se i fori che si paragonano, non saranno egualmente sommersi sotto la superficie dell'acqua, o se essendolo in uno stato di acqua, non lo fossero poi in tutti gli altri (non portando per avventura quel canale la superficie sempre paralella a se stessa) la proporzione trovata non sarà costante, ma si varierà nelle escrescenze, e nelle decrescenze del canale. In tal caso niente saprei dir di più di quello, che l'autore ha detto nel §. *Per fare* alla seconda regola, cioè che si procurasse, che almono la distribuzione fosse proporzionata, e stasse a dovere supposto il pelo del canale nella sua maggior basseaza, perchè essendo allora appunto maggiore il bisogno, che si ha d'acqua, *se alcuna lesione, o improporzione ha da succedere, è meglio che ciò sia in tempo d'acqua abbondante*.

Se fosse praticabile l'attual misura dell'acqua del canale con raccorla tutta per un tale spazio di tempo entro d'una gran vasca di nota capacità, allora si potrebbe con misurar eziandio l'acqua estratta in egual tempo da uno, o più fori

ogni verso, ed osservare, se si riempiano in tempi eguali; e ciò sarà una prova certa, quando non si possa dubitare, che il terreno sia in un luogo più poroso, che nell'altro.

Servono anche i canali regolati *a fare delle bonificazioni;* ma perchè abbiamo destinato di averne particolare discorso a fine di scoprire alcuni errori, che ordinariamente si commettono, passeremo a discorrere nel seguente capitolo.

CAPITOLO XIII.

Delle bonificazioni, e del modo con che esse possano farsi utilmente.

Ha questo nome di *bonificazione* diversi significati, ma quì si prende solamente *per atto di render buono il terreno*, o reso, o mantenuto infruttifero dall' acque, che stanno stagnanti sulla di lui superficie, o continuamente, o la maggior parte dell' anno. (1) Ciò s' ottiene in due maniere; cioè o per l'essicazione, o per l'alluvione: le *bonificazioni fatte per essicazione sono quelle, per ottenere le quali* non alterandosi la superficie del terreno bonificabile, *si procura che o l' acque si divertiscano altrove,* e perciò cessando la causa, cessi anche l' effetto dell' innondazione; *o pure, che camminino regolate al loro termine* (il che si fa mediante l' escavazione di canali proporzionati) *senza occupare altro sito, che quello del loro condotto.* Le acque si divertiscono dal luogo innondato, o col trattenerle dentro l' alveo proprio, ed impedire loro l' espansione, che prima avevano, armando d' argini le sponde dell' alveo predetto; o pure, quando ciò non basti, coll' obbligarle a prendere altra strada, e dar loro nuovo sbocco; ed il mezzo di ottenere questo fine, sono le nuove inalveazioni, delle quali

---

di erogazione apposti al medesimo canale, vedere la proporzione di tutta l'acqua del canale, a quella che ne divertono le bocche predette; notizia non meno importante di quella della proporzione delle acque estratte da due diverse bocche; mentre spesse volte si dà, che le acque si compartano assai ragionevolmente fra due, o più, che hanno il diritto di prenderle, ma assai irragionevolmente si tratti col pubblico dandone troppo a tutti, e lasciandone in canale meno di quello, che è necessario ai pubblici usi, come delle fontane comuni, delle navigazioni, de' mulini, e di altri edifizj, che riguardano i comodi universali delle città.

(1) I terreni renduti fruttiferi sia nell'una, o nell'altra di queste due maniere si comprendono sotto il general nome di *novali* di *acquisti,* o di *ritratti*; ma quelli che sono buonificati per alluvione con nome speciale chiamansi eziandio *colmate*, come quelli, che essendo stati per l' addietro seni, e ricettacoli infruttiferi d' acque stagnanti, col mezzo delle torbide vengono ad esser pieni, e ricolmi di fertil terra.

discorreremo nel capitolo segnente. Colla prima maniera è stata bonificata una gran parte della Lombardia, e generalmente sono stati resi fertili tutti quei siti, che sono soggetti alla manutenzione degli argini de' fiumi; in prova di che basta osservare gli effetti che fanno i fiumi medesimi, quando rompendo gli argini, escono dal proprio letto, e si portano ad innondare le campagne; e nella seconda maniera sono stati bonificati altri siti sul Mantovano, Ferrarese, e Romagnola, e ne sarebbero bonificabili molti altri, quando gli uomini s' applicassero a studiare i mezzi per effettuare le diversioni dell' acque, che senza molto studio, da tutti si conoscono necessarie.

Dell' escavazioni delle fosse di scolo, che sono i mezzi più idonei per essicare i terreni occupati dalle acque, abbiamo trattato di sopra nel cap. XI. parlando degli scoli delle campagne, ed altrove: solo in questo luogo si dee aggiugnere, che le *fosse predette rare volte possono far più, che dare lo scarico alle acque piovane, o paludose, e non mai a quelle de' fiumi*, se non con grandissima difficoltà, e lunghezza; e quello che è più con danno degli alvei proprj, i quali essendo l' acque torbide, vengono ad interrirsi ec. Resta perciò da trattare in questo luogo delle bonificazioni per alluvione, delle quali non abbiamo sin ora avuto sufficiente discorso.

Si pratica questo rimedio a que' siti, *i quali sono così bassi di superficie, che non ponno avere scolo da parte veruna;* e perciò conviene che restino paludosi, anche a cagione della sola acqua delle piogge; quindi è, che *affine che possano siti simiglianti avere lo scolo necessario, per mantenersi asciutti, è d' uopo alzarli di superficie;* il che quantunque per piccioli luoghi si possa ottenere, conducendovi la terra d' altronde; rispetto a più estesi però, è moralmente impossibile; e per lo contrario facilmente s' ottiene, col mettere in opera le forze della natura, che vale il dire, col far sì che l' acqua dei fiumi torbidi ve la porti. *In due modi* adunque *si possono adoperare le acque torbide dei fiumi per alzare terreni bassi;* cioè *o col mandarvi a sboccare un fiume,* torrente, o canale, *con tutto il suo corpo d' acqua,* ovvero *col prendere dal fiume vicino quella quantità d' acqua torbida, che si stima possa bastare per ottenere il fine preteso.*

Quando un fiume sbocca tutto in un sito basso (il che non si può fare con utile, se questo sito non è una palude vastissima in proporzione del fiume, e se non si mettono anche in opera molte necessarie altre cautele) *non v' ha dubbio, che tutta, o la maggior parte della materia terrea, che l' intorbida non sia per deporsi, e per conseguenza, che il sito basso non sia per elevarsi,* riempiendosi di terra le di lui concavità. Ma qui debbono osservarsi diversi effetti di questi sbocchi aperti; poichè 1.° *L' altezza della palude si renderà maggiore di prima;* e perciò dilatandosi la di lei circonferenza, occuperà

dei terreni antecedentemente buoni; e perchè ordinariamente *le paludi si trovano nelle parti più basse delle pianure*, e la superficie di queste ha una insensibile declività; quindi è, ch' elevandosi il pelo della palude, il più delle volte si estenderà ad occupare spazio considerabile dei terreni fertili, che prima la circondavano, che per questa causa diventeranno paludosi. 2.° *Se nella palude entravano gli scoli dei campi superiori, l' acqua della medesima elevatasi*, e tanto più in tempo di piena del fiume, *rigurgiterà per li loro alvei*, con interrirli allo sbocco, e per qualche tratto all' insù, arrivandovi torbida; e ne seguiranno quegli effetti perniciosi, che apporta l' alzamento dell' acqua dello scolo, e quello del di lui fondo. 3.° *Lasciando il corso del fiume a disposizione di natura, non è possibile di ottenere la bonificazione di tutta la palude*; perchè esso vi s' inalveerà nel mezzo, o in altri luoghi, dove più lo porterà il genio della natura, formandosi colle alluvioni, le sponde, e separerà la palude in due parti, lasciandone l' una a destra, e l' altra a sinistra. 4.° *Le sponde del fiume* predetto *saranno più alte al labbro di esso, che negli altri luoghi*, e si porteranno a spalto (a modo delle spiagge, che si trovano negli alvei dei fiumi) a seppellirsi sotto il pelo d' acqua della palude. 5.° *Molte volte accaderà, che* il prolungamento *del fiume chiuda l' esito*, non solo alle parti destra, o sinistra della palude, ma ancora *agli scoli che dentro vi sboccavano:* effetto ripieno molte volte di lagrimevoli conseguenze. 6.° Perchè *il fiume nelle sue piene*, disarginato che sia, dee sormontare necessariamente le proprie ripe; quindi è, che *spingendo buona copia d' acqua in dette parti serrate dalla palude, le alzerà così di pelo, che saranno obbligate a spingersi colle innondazioni considerabilmente all' insù*. 7.° (1) *I luoghi vicini agli sbocchi del fiume, si alzano colle alluvioni di pura sabbia, i più lontani col limo;* ma protraendosi il fiume sopra le deposizioni di buon terreno, se ne fanno delle altre arenose, e sopra queste nuovamente si depone il limo, quando cioè, le alluvioni si fanno coll' espansione superficiale del fiume. (2) *Sin che la palude conserva il suo fondo, il fiume influente non vi si prolunga dentro con gran sollecitudine*, e dà a credere di potervi

(1) Per luoghi vicini agli sbocchi, intende l' autore *i* vicini all' ingresso del fiume nella palude, e non i vicini all' esito, che egli abbia dalla palude in qualche recipiente.

(2) Non è difficile a intendersi la cagione di un tal effetto; imperocchè finoattantochè il letto, che il fiume si è andato formando per mezzo la palude colle sue posature, resta notabilmente sepolto sotto l' acqua di questa, il fiume da quel punto in giù, in cui sbocca nella medesima, perde la natura di fiume, e dilatando per essa le sue acque non esige più una, che un' altra pendenza, ma si accomoda a quella del suo ricettacolo; ma sì tosto, che la libertà del dilatarsi gli vien tolta, o notabilmente diminuita dal fondo, che lo sorregge, e in un

avere dentro ricetto de' secoli interi, prima di essere giunto coll' inalveazione alla parte opposta, *ma ridotta che sia colle deposizioni a poca altezza d' acqua, allora comincia a scoprirsi terreno con gran prestezza in più luoghi*, e di gran passo s' avanza la linea del fiume. 9.° *Nel protraersi l' alveo dentro la palude*, se pure non è così copioso d' acqua, che possa mantenersi il fondo orizzontale, il che rade volte succede in casi simili, *è necessario che esso si vada alzando di fondo nelle parti superiori;* e perciò che obblighi i popoli a maggiore alzamento di argini nei luoghi, dove prima erano, ed a farne dei nuovi, dove prima non erano necessarj. 10.° *L' alzamento* medesimo *di fondo impedisce l' esito agli scoli che sboccano nel fiume*, e colle sorgive molte volte insterilisce le campagne contigue. 11.° Dandosi il caso, che il fiume il quale sbocca nella palude, ne riceva qualchedun altro nel proprio letto, e per conseguenza, che i terreni serrati fra due fiumi influenti, non possano scolare, che al più nel punto della confluenza. *Se lo scolo di detti terreni, per l' alzamento del fondo del fiume sarà impedito, indispensabilmente dovranno diventare paludosi.* 12.° *Lo stesso succederà, quando nella medesima palude sboccassero due, o più fiumi, i quali dalla natura fossero portati ad unirsi*, colla protrazione delle loro linee, in un alveo solo.

Da tutti questi effetti chiaramente può comprendersi da ognuno, quali siano i danni che procedono dal farsi le bonificazioni a fiume aperto; quanto poco utile portino queste all' universale; e con quanta ragione sveglino i reclami degl' interessati, particolarmente quando non vi sono applicati gli opportuni rimedj, che potrebbero essere: 1.° *Gli argini circondanti la palude*, quando il terreno somministri materia idonea per farli resistenti, e questi ad effetto d' impedire l' espansioni della palude medesima; ma bisogna avvertire di non prendere errore, sì nell' altezza, che nella grossezza, e buona fabbrica di essi. 2.° (1) *Buoni, ed ampj sbocchi alla palude*, per iscarico dell' acque del fiume, e ciò serve ad impedire la soverchia elevazione del pelo della medesima. 3.° *Le chiaviche agli scoli*, quando il sito,

---

certo modo lo guida per quella determinata linea, su cui si sono sott' acqua formate le sponde, riacquista natura di fiume, e però trovando quel letto in positura orizzontale, o almeno non così inclinata, come ricerca la qualità delle materie che egli porta, subito comincia a rassettarselo con nuove deposizioni, le quali tanto più sono sollecite, quanto meno ponno le sue torbide lateralmente divagarsi, e però presto sorgono dalla superficie della palude, o gli formano spalla.

(1) Gli sbocchi alla palude sono necessarj, ed utili, perchè la superficie di essa esorbitantemente non si alzi dalle piene del fiume, o non producano per conto di tale alzamento tutti que' mali effetti, che l' autore ha considerati nel paragrafo precedente, e però soggiugne, e *ciò serve ad impedire la soverchia elevazione di pelo della medesima;* ma non ponno già impedire, che il fiume inalveandosi

e le circostanze ne permettano l' uso; o pure la diversione degli stessi ad altra parte, quando sia possibile, e ciò provvederà anche ai rigurgiti, ed impedimenti dei condotti. Se o l' uno, o l' altro di questi provvedimenti non sia praticabile, è irrimediabile il male. 4.° *La divisione del fiume in più rami*, che portino l' acqua ad interrire regolatamente, prima le parti superiori della palude, e dopo le inferiori. 5.° *Gli argini laterali al fiume*, che impediscono l' espansioni sopra i fondi sufficientemente bonificati. 6.° *Il mantenere il ramo principale del fiume nel mezzo della palude*, acciò la bonificazione possa farsi nell' istesso tempo egualmente da una parte, e dall' altra, e non si chiuda mai l' esito all' acque chiare della medesima. 7.° *Il dar l' acqua limosa alle bonificazioni arenose*, per dare loro quella fertilità, che non è propria della sola sabbia. 8.° *Il salvare qualche picciolo corpo di palude*, quando si conosce necessario, per dare ricetto agli scoli de' terreni superiori, e molte volte anche a quelli della bonificazione, compita che sia. 9.° *In caso che più fiumi sbocchino nella palude medesima, si deono, per quanto è possibile, tenere separate le alluvioni di ciascheduno*, per non impedire lo scarico agli scoli intermedj. 10.° *Quando l' alzamento del fondo superiore del fiume arrivi ad impedire lo scolo de' terreni*, che non ponno averlo ad altra parte, che in esso; e non si possa impedire in modo alcuno, che continuando l' alzamento non si rendano paludosi, *bisogna divertire il fiume dalla palude, e restituirlo al suo corso primiero*, acciocchè escavandosi nuovamente il di lui fondo, si rimettano i terreni superiori in buono stato. 11.° (1) *Quando il fiume inalveandosi per la palude, necessariamente debba così alzarsi di fondo, che non possano scolare in esso i terreni bonificati, bisogna pure divertirlo*. 12.° *Alzato*

---

per la palude, fino agli sbocchi predetti (o fino a quelli tra essi, a' quali lo indirizzeranno le circostanze del suo corso) non si alzi col suo fondo, tanto per entro lo spazio della palude, quanto nelle parti superiori, come in quel luogo si è detto dover seguire.

(1) Si può facilmente prevedere, se il fiume nel prolungarsi la linea attraverso la palude, debba talmente alzarsi col fondo da chiuder l' esito allo scolo de' terreni buonificati; mentre le livellazioni del medesimo fatte nel tratto, ova egli corre inalveato, e nelle vicinanze del suo ingresso nella palude, ponno mostrare qual sia la sua naturale pendenza, conosciuta la quale potendosi altresì sapere la lunghezza del viaggio, che egli è per fare attraverso la palude, fino all' uscire della medesima, si potrà dedurre quanto egli debba pendere dal punto dell' ingresso, fino a quello dell' esito, dopo che egli fin colà avrà prolungato, e stabilito il suo alveo. Prendendo dunque per punto fisso il fondo dell' emissario per cui l' acqua del fiume uscirà dalla palude, caso che questa abbia naturalmente, o artificialmente uno sbocco, o pure quel piano di terra, su cui dovrà andarsi a spianare il fondo del fiume dopo averla riempita, caso che non l' abbia, e da quel punto in su tirando una linea della lunghezza, e della pendenza trovata, si

che sia il terreno, in maniera che possa avere, e mantenere *lo scolo necessario, bisogna divertire l'acqua torbida*, o arginando il fiume, quando sia capace di essere inalveato, senza danno dei terreni superiori, per la palude medesima; o pure dargli altro sbocco, ed inviarlo a termine più reale (1) *essendo affatto impossibile, che un fiume di tal natura possa da se medesimo interamente inalvearsi fra le proprie alluvioni*.

Ciò che si è detto delle bonificazioni fatte a fiume aperto nelle paludi, si dee proporzionabilmente intendere di quelle, che alle volte si pretendono fare, col lasciare aperte lungo tempo le rotte dei fiumi, nelle quali in oltre è d'avvertire, che dei terreni bagnati dalle rotte, altri s'alzano molto, ma di materia cattiva; e sono quelli che soggiaciono immediatamente alle rotte medesime, nei quali anche si formano gorghi, e canali che rendono disuguale il piano della campagna; altri s'elevano meno, ma di terra migliore, e sono i situati in mediocre distanza dalla rotta stessa, ed altri finalmente, ricevendo l'acque chiarificate, non s'alzano di alcuna maniera, ma solo per l'innondazione s'insteriliscono, e sono i più lontani. Effetti perniciosi di questa sorte di bonificazioni, sono l'intersecazione degli scoli; l'interrimento dei medesimi, e dei fossi delle campagne; la perdita delle case, e degli arbori; ed il danno che s'apporta ai terreni

---

vedrà a luogo a luogo se questa riesca superiore, e inferiore, e di quanto alla superficie delle alluvioni da lui prodotte, e che sarebbero in istato di render frutto ove si provvedessero di scolo, e si difendessero dall' espansioni del medesimo fiume. Trovandosi dunque la linea predetta più alta de' nuovi terreni, non potranno le acque di questi aver recapito entro il fiume, e converrà rimoverlo se si vogliono mettere a frutto le nuove alluvioni, se pure non vi fosse modo, o di condurre gli scoli di esse in altre parti inferiori del medesimo fiume passato il tratto della palude, o pure d'inviarle a qualche altro congruo recipiente.

(1) Per fino a tanto che il fiume si va alzando di fondo nel prolungar che fa il proprio alveo, o attraverso la palude, e anco oltre di essa, fino ad un recipiente, a cui tributi le sue acque, ed ivi stabilisca il suo sbocco, certo è, che egli si andrà eziandio alzando di superficie, e perciò non sarà ancora interamente inalveato. Ove poi egli cessi di rialzarsi, rimarrà nulladimeno la superficie di esso (posto un medesimo stato di acqua nel fiume) a quella medesima altezza, a cui si trovava quando cessò l'alzamento; nel quale stato essendosi veduto, che la sua superficie non era per anco incassata, e sepolta fra le alluvioni, niente più potrà esserlo dopo cessato l'alzamento, e però il fiume almeno nelle massime sue piene traboccherà sempre dalle sponde sopra le alluvioni da lui prodotte. Egli è ben vero, che stabilito una volta il fondo le piene sopravvegnenti, alzando sempre alcun poco le ripe con altre posature di limo, renderebbero a poco a poco la cassa del fiume più alta, e capace di maggior corpo d'acqua, e però la maggior forza di questa, potrebbe di nuovo abbassare qualche poco il fondo, onde non avrei difficoltà a credere, che dopo lunghissimo tratto di tempo la superficie delle piene potesse anco rimanere del tutto incassata, ed eguale alle ripe.

(e sono la maggior parte) che senza ricevere alcun benefizio di alzamento, o di alluvione, restano privi delle raccolte per lungo tempo; e se l'acqua della rotta non troverà esito proporzionato, si formerà una palude, la quale caderà sotto le considerazioni precedenti.

Più innocenti perciò, e di *maggiore utilità sono le bonificazioni regolate*, che si fanno prendendo l'acqua dai fiumi, o canali torbidi, ed introducendola in quei siti che si vogliono bonificare; e in ciò pure si deono aver alcune avvertenze. Prima: *deesi avere una buona chiavica nella sponda del fiume*, che possa ricevere l'acqua più o meno abbondante, a misura del bisogno, ed in sito che non sia battuto dal filone, sì per la tema che possa accadere una rotta in quel sito, sì anche, acciocchè per la chiavica non entrino rami d'arbori, che attraversandosi, impediscano, o l'entrata dell'acqua, o l'abbassamento della porta di essa occorrendo; o pure partoriscano altri cattivi effetti. 2°. *Immediatamente dopo la chiavica, si dee preparare un canale arginato al pari degli argini del fiume*, per lo quale si riceva l'acqua torbida, e s'introduca nel sito da bonificarsi. 3.° *Questo sito si dee circondare d'argini*, acciocchè dentro la circonferenza di essi, l'acqua possa rendersi stagnante, e deporre la terra portata: tal circonferenza dee racchiudere il maggior sito che sia possibile, purchè proporzionato alla quantità della torbida, che può essere somministrata dalla chiavica, e con tal mezzo si fa un gran risparmio di spesa. 4.° *Si ha d'avere luogo preparato dove scolare l'acqua, chiarificata* che sia, e non prima; siasi, o canale, palude, o scolo pubblico. 5.° Per buona regola, si dee osservare *di bonificare prima i terreni immediatamente contigui all'argine del fiume*, e bonificati questi, progredire colla bonificazione ai più lontani: con ciò s'assodano gli argini del fiume, anzi si viene ad incassare il fiume fra gl'interrimenti; e conseguentemente con più sicurezza si può proseguire a valersi dell'uso della chiavica. Similmente è anche bene di *cominciare a fare le bonificazioni nei terreni più alti*, cioè più lontani dallo sbocco del fiume, e da questi *passare immediatamente ai più bassi;* perchè con ciò si ha più libero, ed aperto l'esito all'acque chiare. 6°. Se il canale derivato per la chiavica predetta, porterà abbondanza di acqua, *si ponno intraprendere in un tempo medesimo bonificazioni in più luoghi*, diramando l'acqua del canale maggiore, e portandola per altri minori, dove occorre. 7.° Se la bonificazione dovrà farsi in altezza considerabile, *potrà sul principio introdursi per la chiavica la torbida dal fondo del fiume;* perchè portando arena grossa, più presto si farà l'alluvione; ma quando questa sia arrivata ad un'altezza conveniente, e similmente quando il terreno da bonificarsi, ricerchi poco alzamento, allora è meglio situare la soglia della chiavica, alta sopra il fondo del fiume a proporzione. 8.° Perchè i

terreni bonificati, abbenchè asciugati dal Sole, restano nondimeno molto porosi, e perciò, ridotti la prima volta a coltura, s'abbassano considerabilmente; quindi è, che per condurli ad un perfetto stato di bonificazione, fa di mestieri *alzarli con nuove torbide sino a quel segno, che probabilmente si crede dovere bastar loro, perchè siano capaci di buono scolo;* anzi se il fiume che somministra la torbida, andasse alzandosi di fondo per lo prolungamento della linea, e che il sito nel quale deono avere lo scolo, s'andasse altresì elevando, converrebbe di tempo in tempo far correre le chiaviche della bonificazione, ed andare rialzando i terreni di già bonificati. 9.° *Interrendosi i canali della bonificazione*, come bene spesso succede per la poca caduta che hanno, *deono di nuovo scavarsi*, perchè ricevano acqua abbondante dal fiume, se pure non si dasse il caso, che in quel tempo si avesse bisogno d'acqua torbida senz'arena; posciachè allora l'interrimento del canale serve ad escludere *l'acqua del fiume* vicino al fondo, ed a ricevere solamente *la più superficiale, che suol essere gravida di solo limo*. 10°. *Se gli argini* delle bonificazioni *saranno a livello con quelli del fiume*, allora *torna l'istesso*, o *si chiuda, o si tenga aperta la chiavica, dopo riempiuto di acqua tutto il sito circondato dagli argini*, purchè i medesimi non minaccino qualche rottura; ma *quando fossero più bassi*, assolutamente *ripieni che siano di torbida i siti da bonificarsi, dee serrarsi la chiavica*, acciocchè sopravvenendo maggior copia d'acqua, non trabocchi sopra gli argini delle bonificazioni; è però bene sempre serrarla, e in un caso, e nell'altro. 11.° *Quando si tratta*, non tanto di alzare, quanto *di migliorare terreni, si dee osservare la qualità della torbida portata dal fiume*, trovandosene di quella, che in cambio di rendere fertili, insterilisce i fondi, sopra dei quali si depone. 12.° *Quando non si abbia altro comodo di scolare l'acqua chiarificata, ciò può ottenersi*, il più delle volte *nel sito inferiore del fiume medesimo*, (1) per un'altra chiavica destinata, non a ricevere le torbide, ma a trasmettere le chiare nel di lui alveo, la quale, fatta che sia la bonificazione superiore, potrà servire a bonificare i terreni inferiori. 13.° *Se si fosse affatto senza luogo, dove scolare dett'acque chiare, non per questo si dee tralasciare di fare la bonificazione;* poichè tra l'imbeversi che fa d'acqua il terreno, e tra l'evaporazione, la quale continuamente succede, anderà abbassandosi il livello dell'acqua, e potrà dar luogo a nuova torbida, sinchè fattosi tanto alzamento che basti, si possa rimettere, cessata la piena, nel fiume medesimo per lo stesso canale,

(1) Cioè potrà servire allora a prender le torbide del fiume, e a condurle per colmare altri terreni non compresi nella prima colmata.

e per la medesima chiavica l'acqua chiara della bonificazione. 14.° *Lo scolo di quest' acque chiare*, quando si possa avere in qualch'altro luogo, che nel fiume, dal quale prima partirono, *si promuove con un taglio fatto nell' argine della bonificazione*, che terminata l'escolazione, si dee subito tornare nello stato di prima; o pure è meglio valersi *d'una chiavichetta fatta in sito proporzionato*, da aprirsi, e serrarsi conforme il bisogno. 15.° *Non avendosi terra sul principio, per fare gli argini accennati al* num. 3 *si può lasciare correre la chiavica senza di essi per qualche tempo*, sintantochè gl'interrimenti, i quali succederanno, ne somministrino il comodo, e la materia; ed allora poi bisogna costituirli, secondo le regole già dette.

Coll'osservanza di queste regole si faranno le bonificazioni, con maggior spesa sì, ma con effetto anche più sollecito, rispetto a una parte di terreno circondata dai suoi argini, la quale ridotta a perfetta bonificazione, e coltura, restituisce in poco tempo col frutto le spese fatte. Vero è, che tutto il corpo del terreno da bonificarsi, richiede lungo tempo a perfezionarsi, quando abbia della vastità considerabile; ma *deesi* ben *preferire la sicurezza, e l'indennità dei vicini*, accompagnata dal vantaggio di dare buon fondo alle bonificazioni fatte in questa maniera, *alla brevità del tempo, con che si bonificano i siti, a fiume aperto;* i quali poi anche non ponno chiamarsi interamente bonificati, prima che il fiume non sia stato rimesso nel suo antico alveo, o non si sia stabilito, e regolato il di lui corso fra le bonificazioni, alle quali riesce sempre di danno; oltrechè, *se si vuole abbreviare il tempo alle bonificazioni regolate, ponno mettersi in pratica più chiaviche*, l'una dopo l'altra, e tante che assorbiscono tutta l'acqua del fiume. Ma il fine più desiderabile si è, che *a questa maniera s'alzano i terreni superiori, e laterali al fiume, prima, o nell' istesso tempo, che gl' inferiori, e più lontani*, e la campagna tutta, bonificata che sia, viene ad acquistare un pendio eguale a quello, che ha la cadente del pelo del fiume, levando in gran parte la necessità degli argini coll'incassazione, che succede al fiume medesimo, che è uno dei più potenti rimedj che si possano avere, per impedire le innondazioni, e per dare buono scolo alle campagne; là dove *le bonificazioni a fiume aperto ponno bene elevare i siti più bassi; ma nell' istesso tempo tolgono lo scolo alle campagne più alte*, e rendono paludosi molti siti, che prima erano fruttiferi. La facilità ancora che s'ha di maneggiare i canali delle bonificazioni regolate, fa che si riempiano tutti i siti bassi, e che si possa scavare, o lasciare un buono, e facile scolo per li terreni più alti, il quale è altrettanto necessario a questi, quanto alle bonificazioni medesime, per iscarico delle loro acque, tanto nel tempo che si fanno, quanto dopo che siano perfezionate.

Ridotta che sia una bonificazione al suo ultimo stato, si dee provvedere di scolo per l'acque delle piogge: ma circa questo particolare non credo doversi qui aggiugnere cosa alcuna, oltre ciò che è stato detto, trattando degli scoli nel *cap. XI*. Solo voglio avvertire, ch'è necessario di pensarvi, prima d'intraprendere la bonificazione; posciachè le fosse pubbliche di scolo, in questi casi sogliono essere quelle, per le quali prima si scolavano le bonificazioni; e perciò il pensiere che l'architetto si prende per ben situare, e regolare queste, serve ancora per quelle.

CAPITOLO XIV.

Delle considerazioni d'aversi, quando si vogliono fare nuove inalveazioni de' fiumi.

E l'inalveazione de' fiumi quall'ora si debba fare colle regole dell'arte, non colle forze della natura, una delle più difficili operazioni che accadano ad un architetto d'acqua; siasi, o perchè ad effetto d'intraprenderla con metodo, si richieda una perfetta cognizione teorica, o pure perchè pochi siano nel mondo gli esempj di tali intraprese, da' quali possa dedursene quel lume, che basta per non inciampare, come talvolta è succeduto in errori gravissimi, che hanno resa inutile la spesa di somme immense di denaro, ed obbligati i popoli a desistere dall'impresa, perchè l'esperienza ne ha mostrata l'insussistenza, ed il danno: ed in fatti si vedono anche a' nostri giorni, come disse Tacito della fossa proposta da Severo, e Celeno, cominciata a fare scavare da Nerone dal monte Averno ad Ostia, si vedono dico, sparse in diverse parti della terra, *vestigia irritae spei*. Quindi è, che noi avremo creduto di mancare gravemente al debito che hanno tutti gli uomini di comunicare, e contribuire alla pubblica felicità i proprj trovati, se in questo trattato ci fussimo astenuti dal discorrere di una materia così importante, e dal donare al mondo la notizia di quegli avvertimenti, che le occasioni, l'esperienza, e le dimostrazioni proposte nei precedenti capitoli, ci hanno fatto credere doversi avere, quando si hanno simili proposizioni da esaminare, prima di risolverle sì per non impegnare i popoli a spese inutili, sì per non renderli soggetti con nove operazioni mal pensate, a' gravissimi danni, che molte volte tirano seco l'esterminio d'intere provincie. Io entrerò dunque a darne in succinto gli avvertimenti, che crederò necessarj da aversi nei casi accennati, ma non mi estenderò già a provare ad uno ad uno, la verità de' medesimi, dipendendo questa immediatamente da ciò, che sin ora è stato detto negli antecedenti

capitoli, e particolarmente nel quinto, in proposito delle cadute ec. che è il punto più essenziale da considerarsi.

Le mutazioni adunque *di alveo* che si fanno ai fiumi, sono di più sorti, ma tutte *si ponno ridurre a due capi;* poichè, o si tratta *di mutar l' alveo senza mutare lo sbocco*, o pure *di portare il fiume a sboccare in un luogo diverso da quello, dove prima avea la foce*. Quelle che si fanno senza mutazione di sbocco, per lo più s' intraprendono a fine di allontanare il fiume da qualche sito, al quale colle corrosioni, o in altra maniera, pregiudica, ed alcune volte per avvicinarlo ad altri, a' quali dee servire per difesa, o apportare qualche altro vantaggio. (1) Quest' ultime mutazioni si chiamano *tagli*, e si fanno con sicurezza di esito, quando vi concorrano le necessarie circostanze. 1.° La prima è, che *la via*, o linea *del taglio sia più breve di quella, che dal punto dove comincia, a quello dove termina, è fatta dal corso del fiume;* quindi è, che i tagli distesi in una linea sola, godono d'una prerogativa essenziale per riuscire giovevoli, e sicuri. 2.° Che *il filone superiore del fiume sia ricevuto a dirittura dalla bocca del taglio;* altrimenti, non ostante la brevità minore della linea, il fiume da se non v' entrerà con quell' impeto, che è necessario per mantenervi il corso, allargarlo, ed escavarlo; ma piuttosto di nuovo l' interrirà, e sarà gittata la spesa. 3.° Che *il terreno, per lo quale si dee fare il taglio, sia facile ad essere corroso;* perchè in altra maniera incontrandosi tagli, e fondo, e sponde, che dalla violenza dell' acqua introdotta non possano essere corrose; può ben darsi il caso, che si derivi un canale d' acqua della grandezza che si vorrà, ma non per questo si muti l' alveo antecedente del fiume, se pure la larghezza, e profondità del canale, non si faccia uguale a quella del fiume.

In queste condizioni, (2) basta scavare un canale per la linea disegnata, largo venticinque o trenta piedi (ed in alcuni casi anche meno,

(1) Dei tagli dei fiumi qualche cosa aveva già detto l'autore nel capo 6 al coroll. 11 della prop. 8, considerando allora solamente i riguardi che debbono aversi in ordine al provvedere alla tortuosità del fiume, talmente che dopo seguito il taglio, non abbia a rimanere ancora, o a farsi di bel nuovo tortuoso; e però gli avvertimenti da lui dati in quel luogo, si ponno unire alle presenti regole, quando venga il caso di fare simili lavori.

(2) Non determina l'autore alcuna profondità limitata per l' escavazione, mettendo in conto che nelle circostanze da lui supposte la natura medesima sia per profondare il taglio nelle prime piene che vengono al fiume, come in fatti dovrà succedere; e con tal certezza si può risparmiare molto di spesa nel preparar l'alveo del taglio.

Ma se la necessità di divertire il fiume dalla primiera sua strada fosse così urgente, che convenisse pensare ad aiutare la forza della natura per sollecitare l' inalveazione del fiume nel taglio (come quando il fiume minacciasse nella prima piena una irreparabil rotta negli argini dell' antico suo letto, o quando

bastando, che l'acqua possa cominciare ad avervi corso) e di profondità conveniente, comunicante dall'una parte, e dall'altra col fiume, al quale si vuole mutare l'alveo; poichè nelle prime piene comincierà

---

avenduli già rotti, ne essendovi il tempo di ristorarli, ne sovrastasse innondazioni di gran conseguenza) allora si dovrebbe fare l'escavazione del taglio in larghezza eguale, o poco minore di quella del fiume, e disporre il fondo del taglio in un piano, cha congiugnesse il fondo del suo imbocco, con quello dello sbocco; e quindi intestando l'alveo vecchio, con un argine alla maggior altezza possibile, ne seguirebbe alle prime piene il totale abbandonamento dell'antica strada, e lo stabilimento in quella del taglio. Anzi più sicuro ancora, e più sollecito sarebbe l'effetto, se l'alveo del taglio dal fondo dello sbocco insù, fino all'imbocco si escavasse su quella linea cadente, chè è naturale al fiume, e su cui col tratto del tempo si dee stabilire il taglio medesimo, che è coma continuare all'insù il fondo dell'alveo inferiore al taglio nell'imbocco lasciando come uno scalino, che per necessità dee restarvi quando la linea del taglio si supponga più breve, di quella del letto antico.

Torna quì a proposito l'avvertire, che o siasi preparato a mano l'alveo del taglio nella maniera ultimamente detta, o si lasci alla natura il ridurlo, e rassettarlo con tal pendenza, sempre è necessario, che tutto il letto superiore al taglio anch'egli si abbassi, e si disponga nel medesimo piano del fondo del taglio prodotto allo insù, e paralello a quello del primiero fondo, facendosi un solo piano e del taglio, e dell'alveo superiore ad esso coll'inferiore, il quale non dovrà punto alterarsi; o almeno facendosi dei detti fondi una sola superficie curva seguita, caso che il fiume in diverse sue parti richieda diverse pendenze. Anzi se si considera, che l'acqua nel tratto del taglio, che si suppone retto, non sarà arrestata da quegli impedimenti, che nel vecchio suo alveo le recavano le tortuosità, e per conseguenza avrà corso più spedito, e più velocemente scorrerà uno spazio di data lunghezza, si può dedurne che essa scaverà il fondo del taglio alquanto più di quello, che richiedesse la primiera cadente del fiume, e per conseguenza, che il detto fondo del taglio nel punto dell'imbocco, resterà alquanto più basso della cadente sopraddetta; onde anche il tratto superiore al taglio, il quale si dee appoggiare al detto punto dell'imbocco; verrà ad abbassarsi un poco più di quello che si era detto, serbando egli tuttavia la primiera declività, o pendenza. Si potrebbe anche aggiugnere, che nella parte inferiore al taglio, fosse per seguire qualche abbassamento di fonde, a riguardo della velocità, con cui vi entrerà l'acqua per la strada del taglio, maggiore di quella, con cui vi entrava per la strada abbandonata del fiume; ma ciò non può fare alcun effetto di considerazione, se non per poco tratto, dovendo quest'acqua incanalata che sia nel tratto inferiore incontrar di nuovo tutte quelle resistenze, e quegli impedimenti, che prima vi incontrava.

Da tutto ciò si può dedurre, che quando i tagli siano fatti colle predette regole e cautele, grandissimo è il beneficio che apportano, non pure in ordine ai fini per li quali si sogliono intraprendere (cioè di dirizzare le tortuosità del fiume, e di allontanarlo dai siti, i quali minaccia, o di avvicinarlo ad altri, a' quali può esser utile) ma eziandio in ordine al provvedere a tutti que' disordini, che il fiume portava colla sua soverchia altezza nelle parti di sopra al taglio, come sono i pericoli de' trabocchi, i ristagni degli scoli, gli incomodi delle sorgive, ed altri simili, ai quali il taglio porge rimedio, profondando maggiormente tutto il letto del fiume nella parte predetta.

ad allargarsi, e profondarsi, e col tempo renderassi alveo di tutto il fiume, ed a misura del di lui allargamento, e profondamento anderassi perdendo, cioè ristringendo, ed elevando di fondo col beneficio delle alluvioni, l' alveo vecchio del fiume, sino ad essere abbandonato quasi affatto dall' acqua, che con un picciolo arginello di terra, fatto in luogo conveniente, affatto si divertirà dal sito antico.

In tal proposito sarà opportuno osservare un errore, in cui alcune volte ho veduto incorrere uomini per altro esperti volendo rappresentare in profilo le cadenti, o sia del fondo, o sia degli argini di un fiume, in cui si tratti di fare un taglio, ad effetto di scorgere dal detto profilo lo stato, a cui si ridurranno le dette cadenti per rapporto alle campagne adiacenti, o a' termini stabili situati lungo il fiume, come per dedurre a cagion d' esempio, se la soglia d' una tal chiavica che sbocchi in esso, resterà più alta del fondo, e di quanto, se i tali terreni potranno avervi scolo, qual sia per essere a luogo a luogo l' altezza delle piene del fiume sopra il piano di terra, ed altre cose simili; e l' errore consiste nel pretender di rappresentare le dette cadenti del fiume dopo il taglio nello stesso profilo, in cui già siano delineate in misura le medesime nello stato in cui si trova il fiume avanti il taglio; il che non si può assolutamente fare, ma convien delinearle in profilo a parte, se si vogliono serbare le debite proporzioni delle cadute, e delle distanze. A maggior chiarezza di ciò si osservi la (*fig.* 90.) nella quale si dimostra in pianta l' andamento d' un fiume tortuoso GRDCBA, e sotto la pianta si vede in profilo la cadente del suo fondo AH, dinotandosi colle medesime lettere apposte alla linea orizzontale del profilo AG i medesimi punti della pianta. Sia lo sbocco, o ultimo termine del fiume A, il punto destinato all' imboccatura del taglio da farsi D, lo sbocco del taglio B, e l' alveo di esso DB. Poichè dunque per le cose dette, dopo seguito il taglio, non si dee cangiar punto la cadente del fiume nella parte inferiore ad esso BA, ne segue, che la parte del fondo AK, che nel profilo corrisponde al detto tratto inferiore BA, dovrà servire ancor dopo il taglio, e rappresentar tuttavia la cadente del fondo in quel tratto. Se dunque ora si pretendesse di ritenere eziandio il medesimo punto dell' orizzontale del profilo D, che risponde al punto dell' imboccatura del taglio D nella pianta, per farlo servire a dinotare anche dopo il taglio la medesima imboccatura, è manifesto, che si errerebbe nelle distanze, mentre la lunghezza DB, che nel profilo corrispondeva alla strada tortuosa del fiume DCB della pianta, non può più rappresentare (ritenendo la scala di prima) la linea DEB del taglio, la quale supporremo di lunghezza minore di DCB. Quindi è, che sebbene per trovar l' altezza, o caduta del fondo del taglio nel suo imbocco sopra il fondo K dello sbocco, si potrebbe raccorciare la perpendicolare DF, terminante al vecchio fondo del fiume I, calcolandone l' abbassamento IL, che in ragguaglio della pendenza nota del fiume, conviene all' accorciamento del viaggio DEB, rispetto alla linea per DCB, e con ciò la positura del nuovo fondo in L, sarebbe giusta quanto all' altezza, nulladimeno congiugnendo LK, la cadente LK non sarebbe quella, che realmente converrebbe al tratto del taglio DEB, perchè tal cadente, atteso l' errore nella distanza DB del profilo, non sarebbe la dovuta inclinazione, che dee essere la medesima, che quella del primiero fondo KI. E se la detta cadente LK si prolungasse alle parti superiori del profilo, come fino alla perpendicolare GH in T, non sarebbe il punto T a quell' altezza, che dopo il taglio avrebbe il fondo del fiume nel sito G della pianta, e supponendola tale si

Ne' fiumi che corrono in ghiara, non sono di esito sicuro i tagli; perchè essendo di loro genio particolare, il mutar corso di quando in quando, cambiandolo da una parte all' altra, per le cagioni addotte a suo luogo; rade volte s' incontra, di goderne lungo tempo il benefizio, il quale può essere così grande che si abbia a desiderare di ottenerlo, anche temporaneo, e con azzardo: ma *ne' fiumi che hanno il fondo arenoso, sono di più lunga durata*, ed anco si conservano perpetuamente, quando s' abbia la dovuta attenzione a mantenerli in dovere.

Incontrandosi che il filone del fiume non entri tanto bene, quanto basta nella bocca del taglio riesce *utile la multiplicazione delle bocche, e de' canali sul principio*, facendoli tutti in sito, il più che sia possibile, esposto alla corrente; e ciò non solo per facilitare maggiormente l' ingresso all' acqua; ma ancora, perchè può darsi il caso, che il filone dell' acqua bassa, ne imbocchi uno; quello della mezzana, un altro; e quello della piena, un altro; dimodochè in tutti gli stati del fiume diasi luogo facile all' ingresso dell' acqua, e conseguentemente si faccia tale allargamento, che poscia renda il taglio idoneo, a ricevere a dirittura tutta la corrente, al qual fine concorrono ancora le intestature, o palificate basse, piantate poco di sotto alle bocche del taglio; perchè l' impedimento ch' esse fanno, serve molto a far voltare l' acqua per le bocche medesime.

Se la strada che si vuole far prendere al fiume, sia più lunga dell' antica, e per conseguenza di minore caduta, non si potrà ottenere

---

farebbe errore nelle conseguenze che se ne ricavassero. Convien dunque per rappresentare in profilo il fondo stabilito, o da stabilirsi del fiume dopo il taglio, fare un disegno a parte come si mostra in *agh*, dinotandosi in esso colle lettere minuscole i medesimi punti, che si dinotano colle maiuscole nella pianta, e nel primo profilo, e tirar la cadente *ak* colla medesima inclinazione di AK; cioè con quella che è naturale al fiume, indi conviene segnare il punto *d* in tanta distanza dal punto *b*, quanta è la lunghezza della linea del taglio DEB, e prolungando *ak* fino all' incontro della perpendicolare *di* tirata per *d*, sarà *i* la giusta positura del fondo nell' imbocco del taglio, ed *ik* sarà la vera cadente dell' alveo di esso DEB. Parimente si dovranno segnare i punti *r*, *g* ec. in tanta distanza dal punto *d*, quanta ne hanno i punti R, G dal punto D della pianta misurando per la strada del taglio; e prodotta a *ki* alle parti superiori in *h*, si avranno nelle perpendicolari tirate per *r*, *g* ec. le vere positure del nuovo fondo stabilito corrispondenti ai punti R, G della pianta, e sarà compito il profilo dello stato del fiume dopo il taglio nelle debite proporzioni; equivalendo insomma il taglio (in ordine a questo effetto) ad un accostamento che si facesse del punto D, e di tutti gli altri superiori all' imbocco al punto B dello sbocco, il quale accostamento fosse tanto, quanta è la differenza tra la primiera linea del fiume DCB, e la linea del taglio DEB, e una simile riflessione può anco aver luogo ne' tagli, ne' quali si muta lo sbocco al fiume, ancorchè il fondo del nuovo sbocco si tenga allo stesso livello, di quello della primiera foce.

l' intento, che a forza d' una buona imboccatura del filone, che molte volte anche riesce inutile, senza l' aiuto di qualche ostacolo inferiore, il quale obblighi l' acqua a prendere la strada, che si desidera; e non mai forse arriverassi all' intento di divertire il fiume totalmente senza intestare l' alveo vecchio di tal maniera, che l' altezza maggiore delle piene, non possa superare l' intestatura.

Quando l' acqua del fiume sia sempre chiara, comechè questa non porta materia, colla quale possa interrire l' alveo antico, può ben darsi il caso, che il corso dell' acqua s' introduca nell' alveo nuovo, anche per la maggior parte; ma non già ch' abbandoni del tutto la strada antica, se non si fabbrica l' intestatura sopraddetta: è ben vero, che lo smagrimento dell' acqua, la velocità sminuita, e la diversione ch' ella ha per l' alveo nuovo, può renderne più facile la oostruzione.

Incontrandosi nell' escavazione del canale, terra resistente, e tale da non cedere alla forza del fiume (accidente che rade volte accaderà) fa di mestieri preparare l' alveo in quel sito di tutta la larghezza, e profondità, senza sperare alcun beneficio dall' introdurvisi il fiume; ma succedendo questo caso, forse porterebbe tanto dispendio da non intraprendere l' escavazione.

Quanto poi alla diversione de' fiumi, accompagnata dalla mutazione degli sbocchi, che si chiama *nuova inalveazione*, si debbono *distinguere due casi;* il primo si è, quando l' acqua che dee introdursi nell' alveo nuovo, ha da condursi al suo termine, senza mescolanza di nuove acque; ed il secondo, quando dee ricevere, per istrada l' influsso di altri fiumi.

Nel primo caso l' impresa è assai facile; perchè il fiume medesimo insegna le qualità che ha d' avere il nuovo alveo, spettanti alla larghezza, altezza di ripe, ed escavazione, ma però dee considerarsi il termine, al quale si vuole portare il di lui sbocco, e la lunghezza della strada che se gli assegna. Perciò avanti di risolvere circa la possibilità dell' opera, e circa la sussistenza de' vantaggi che se ne vogliano ricavare, *deono* 1.° *ponderarsi le condizioni tutte dell' alveo vecchio*, e considerare, quali siano quelle che consigliano la mutazione del letto: perchè non essendo esse per migliorarsi, sarebbe inutile l' intraprenderla. 2.° (1) Se

(1) Si potrebbe qui per avventura domandare da quali segni si possa conoscere se l' alveo d' un fiume sia, o non sia stabilito. Intorno a ciò stimo niuno più sicuro indizio potervi essere, che l' esperienza di un qualche numero d' anni, e di escrescenze del fiume, dopo le quali costantemente si osservi non essersi egli nè alzato, nè abbassato di letto, mà tuttora mantenersi nel medesimo stato. Si vuole bensì usare ogni cautela nel fare simili sperienze, nè altro sicuro paragone vi ha, che quello de' punti stabili situati lungo il fiume, come di soglie di chiaviche, di sommità di fabbriche, o d' altri tali termini, che si sappia certamente non essere stati alterati da un tempo all' altro. A questi termini dunque si dee

il fiume ha l'alveo stabilito, bisogna *fare un' esatta livellazione della*

---

riferire colle livellazioni lo stato del fiume, e quando in diversi tempi si trovi il medesimo si può esser certo, che l'alveo sia stabilito.

Tal relazione si può fare in più maniere, o prima riferendo ai detti termini immediatamente il fondo del fiume col livellare quanto egli in un tal sito sia più alto, e più basso di alcun punto fisso in un tempo, o poi col replicare le misure dopo qualche anno; nel che tuttavia convieno aver cura di non s'ingannare tra le irregolarità del fondo, che può avere de' gorghi, o dei ridossi, che siano diversi anco in un medesimo sito in diversi tempi (il che accade specialmente ne' gran fiumi, e ne' luoghi ove l'alveo è tortuoso) senza però che in universale lo stato del fiume sia cangiato. E molto più è facile il prendere in ciò degli equivoci ne' fiumi maggiori, che ne' minori, per esser ne' primi ordinariamente più profondi i gorghi, e i dossi più elevati.

Molto più è difficile trovare immediatamente lo stato del fondo per rapporto a' termini stabili ne' fiumi perenni, perchè in essi dovendosi congiugnere alla livellazione gli scandagli, si può nel far questi non toccar sempre per avventura il maggior fondo del fiume nascosto sott'acqua, o toccarlo in sito ineguale, e che non possa dar regola, onde allora è assolutamente necessario sfuggire i siti tortuosi, o irregolari del fiume, se si vuol prendere qualche lume sicuro da tali sperienze.

Molto più certo indizio, dello stabilimento di un fiume, è quando le maggiori piene di esso dopo un buon numero d'anni si osservino toccar sempre a un dipresso i medesimi segni stabili, o solo con tanto divario, quanto ragionevolmente può attribuirsi a diversi gradi delle medesime piene. Solo si vuole avvertire di non fidarsi di tali osservazioni, quando si facciano in que' siti, ne' quali concorra a sostenere la superficie del fiume il rigurgito, o del suo recipiente, o di qualche influente dello stesso fiume, potendo esser diverso anco in un medesimo sito le altezze delle piene d'un medesimo grado, quando nelle diverse osservazioni che se ne fanno, il rigurgito alcuna volta vi concorre più, altra volta meno, o niente affatto.

Un altro riscontro, e forse il più certo di tutti, può aversi ne' fiumi perenni dall'acqua bassa, cioè o dal pelo ordinario, sotto cui corre il fiume la maggior parte dell'anno, o piuttosto dal pelo infimo, a cui si riduce nelle maggiori siccità. Se i segni che tocca la superficie del fiume in tale stato, si trovano i medesimi in un corso di alcuni anni, non può esservi sospetto di cangiamento nel letto del fiume, tuttavolta che non sia scemata, o pure accresciuta la quantità assoluta dell'acqua, che egli prende dai laghi, o da altre sorgenti.

Suole ancora dedursi argomento di elevazione di letto ne' fiumi dagli alzamenti, che si sa essere stati fatti dagli argini di essi, non costumandosi di far tali lavori quando le piene col loro alzarsi più che prima, non ne indichino il bisogno. Qui tuttavolta si può di leggeri ingannare nel dar nome di alzamento a quello, che può essere stato mera riattazione, per essersi l'argine in qualche tratto abbassato più del dovere; onde anche in questi casi si dee ricorrere al confronto de' termini stabili, o vedere oltre ciò se l'alzamento si sia dovuto fare in universale (almeno per lunghissimi tratti) o solamente a luogo a luogo. Talvolta ancora l'essersi accostato il fiume a battere col filone una ripa, che prima non batteva, obbliga a fortificar l'argine, e anco ad alzarlo, o per maggior robustezza, o per uguagliare lo stesso filone, che si sostiene più alto del rimanente della sezione del fiume (come ha notato l'autore nel capo 6.° §. *L'altezza maggiore*) senza che però lo stato di questo in generale siasi alterato.

di lui declività, (2) con avvertire alle mutazioni, che alla medesima

Un indizio assai forte di abbassamento del letto d'un fiume, è quando la soglia d'un canale comunicante col fiume, e destinato altre volte ad uso di navigazione, si trovi in tempo di magrezza di questo avere sopra di se così poco d'acque, che non possa reggere i navicelli soliti per l'addietro a passarvi; e molto più se la detta soglia restasse più alta del pelo infimo del fiume, o pochissime più bassa per modo che l'acqua del canale arrivando alla detta soglie, facesse une cascata per entrar nel fiume; non avendo del credibile, che da principio fosse sì mal collocata, da non poter servire in tale stato del fiume all'uso, a cui si destinava, e perciò devendosi credere, che il riuscir troppo alta rispetto al fiume nasca da abbassamento del fiume stesso.

Così ancora se nel raccorciare, o altrimente mutare la soglia di qualche chiavica, che scaricasse le acque nel fiume si sapesse essersi questa collocata ad un livello più basse; se le chiaviche più moderne avessero le loro soglie tutte più basse, di quelle delle antiche nelle medesime vicinanze, se qualche tratto di campagna assai bassa, che prima era paludosa per non avere scolo assai felice entro il fiume, si trovasse essicata per aver cominciato a tramandarvi le sue acque, tutti sarebbero indizi di abbassamento dell'alveo del fiume. E al contrario ne indicherebbe alzamento l'essersi perduto lo scolo di terre, che prima ne godevano, o immediatamente nel fiume, o ne' suoi influenti, come pure l'essersi à detti influenti rialzati di letto, massimamente nelle parti più vicine a' loro sbocchi, le quali prima delle altre debbono risentirne gli effetti.

Ove manchino indizj dedotti dall'esperienza lo stabilimento del letto d'un fiume, si può ragionevolmente dedurre da questo solo, che per lo corso di molti anni non sia stata fatta in esso alcuna novità atta ad alterarne lo stato. Quando dunque non siano state introdotte in esso nuove acque, ne diramate le sue, quando non ne sia stata naturalmente, o artificialmente ne allungata, ne raccorciata la linea, ne cangiato lo sbocco, quando le materie che egli porta miste alle sue acque sieno tuttavia della medesima condizione di prima, niuna cagione può esservi, per cui non debba in sì lungo tempo riputarsi stabilito.

Al contrario, se fosse accaduta di fresco nel fiume qualche rotta, per cui egli in tutto, o in parte si fosse deviato dal suo alveo, se vi fosse stato introdotto poc'anzi qualche nuovo torrente, e più ancora se queste vi recasse ghiaia più greve di quella dello stesso fiume; se la linea di queste si fosse prolungata nel mare, o fra paludi, se lo sbocco ne fosse stato recentemente trasportato ad altro termine più alto, o più basso, o pure se ritenuta l'istessa altezza del termine, il fiume vi giugnesse per una strada più lunga, o più breve della prima, si potrebbe ragionevolmente temere, che dopo tali mutazioni l'alveo non fosse per anco stabilito, ne sarebbe sicuro livellarne in tale stato la pendenza, per servirsene di norma nella nuova inalveazione da farsene.

In proposito de' fiumi che vanno vagando per paludi, e fra esse prolungano il loro alveo si dee osservare, che l'atto di un tale prolungamento, il più delle volte non è perpetuo, ma interrotto, mentre (per le cose dette nel capo 13) il fiume entrato che sia in una palude, lungo tempo può trattenervisi, senza farsi per essa il nuovo letto, e in tale stato il suo sbocco nella palude, serve di ultimo termine al letto superiore, il quale perciò può aver tempo di stabilirsi, fino a che interrita la palude, si scopra in essa il prolungamento dell'alveo, e allora solo anche il fiume superiore dee tornarsi ad alzare, e in tale stato non può considerarsi come stabilito; che se dopo ciò si avanzerà il fiume a sboccare in un'altra palude inferiore, si potrà di nuovo per qualche tempo stabilir l'alveo superiore,

ponno accadere, a causa, o della materia che porta in siti diversi, o

e un'altra volta poi sconcertarsi, quando il fiume si sia incassato in quest' ultima palude. Questo è ciò che è accaduto nel nostro Reno a misura, che è andato interrando ora una, ora un'altra delle valli, per le quali si fa vagare; e con ciò si spiega come l'alveo di esso più volte livellato, e specialmente negli anni 1693, 1716, e 1720 si è ogni volta trovato di mano in mano più alto sopra i medesimi termini fissi, ma tuttavia sempre colla medesima declività, cioè sempre a un dipresso in ragione di 15 once per miglio di misura bolognese.

Intorno alle livellazioni, colle quali prescrive l'autore doversi cercare la pendenza naturale del fiume, che si suppone stabilito, oltre tutte le avvertenze da lui date in queste, ed in altri luoghi della presente sua opera, si vuol ricordare, che ciascun fiume, benchè abbia in ciascun tratto una determinata pendenza propria alla forza delle sue acque, e alla condizione della materie che ivi porta, nulladimeno questa pendenza non è sì rigorosamente limitata dalla natura, che perpetuamente debba in quel tratto trovarsi la medesima, anzi dee andarsi librando fra due termini estremi, accrescendosi alquanto nelle minori escrescenze del fiume, e scemandosi nelle maggiori, come si è detto in diversi luoghi del capo 5.° e particolarmente nell'annotazione 26, e con ciò si può rendere ragione delle piccole diversità, che sono state talvolta trovate nelle pendenze d'un medesimo fiume, o di un medesimo tratto di esso. Quando dunque si voglia fare nuova inalveazione non v'ha dubbio, che per istar sul sicuro, non si debba prendere per pendenza naturale piuttosto la maggiore, che la minore di quelle, che colle livellazioni si saranno trovate in un tratto determinato, tornando conto in simili casi ingannarsi anzi nel più, che nel meno per giudicare con maggior sicurezza intorno alla sufficienza della caduta nel nuovo alveo.

Conviene ancora avvertire, che ad effetto di ben accertare la detta natural pendenza, fa d'uopo continuar la livellazione del fiume per la lunghezza di qualche miglio, potendo nelle piccole distanze restar oscurata la giusta misura dell'inclinazione, che si cerca dalle irregolarità del fondo. Anzi in vece di livellarne il fondo è più sicuro di livellarne il pelo dell'acqua bassa in istato permanente (da riconoscersi con segni posti a fior d'acqua) e tale, che essa bagni da ripa a ripa in poca altezza, che con ciò si ha un piano più regolare, e che sarebbe esattamente paralello al piano del fondo, se questo non avesse le irregolarità predette. Si potrebbe eziandio livellare il pelo di una piena, riconoscendo negli argini i segni di essa lasciati; ma trattandosi di voler sapere l'inclinazione del fondo, non è sicuro valersi del pelo alto, se non dove questo camina paralello al fondo, il che secondo le cose dette altrove non si verifica per tutta la lunghezza del fiume.

(a) Conosciutasi colle livellazioni la pendenza del fiume da divertirsi, non si deo pronunciare, che la medesima debba esser quella, che si dovrà dare all'alveo della diversione, senza ponderar prima le cagioni che ponno esservi di mutazione di tal pendenza. Perchè se il fiume nel tratto livellato a cagione d'esempio, porterà una qualità di materia come di ghiaia, ma la diversione debba farsi più in giù in sito, ove non porti più che arena, o se nel detto tratto superiore correrà solitario, ma di sopra al punto, onde vuol divertirsi, sarà già arricchito di altre acque, è manifesto, che la pendenza da darsi al nuovo alveo sarà diversa da quella del tratto livellato nel vecchio. A ciò dunque vuole l'autore che si abbia riguardo, o pure sarà meglio scegliere per la livellazione del fiume un tratto di esso vicino al punto della diversione, e piuttosto inferiore, che superiore,

dell' influsso di altri fiumi, che a lui s' uniscano nelle parti inferiori. 3.° Si deono *misurare le sezioni del fiume* stesso, prima che patisca alcuna alterazione da altri fiumi influenti, ad effetto di accertarsi della larghezza dell' alveo, e dell' altezza delle ripe che addimanda, avvertendo di non prenderle in sito di rigurgito, qual volta egli vi sia soggetto. 4.° Si dee *livellare la campagna per quella linea, per la quale si pretende formare il nuovo alveo*, sino al termine al quale si vuole sboccarlo, e quivi *accertarsi della massima bassezza di questo;* come per esempio, se è il mare del sito al quale il medesimo s' abbassa nel riflusso; e se è un altro fiume, del termine dell' acqua bassa, essendo perenne, o pure del di lui fondo, qualora sia temporaneo. 5.° Quando il nuovo alveo abbia da sboccare in acqua perenne, si dee *cercare, se nel contorno v' è altro fiume, il quale presso a poco sia della stessa grandezza*, e qualità di quello che si vuole inalveare, e scandagliare in esso quale altezza d' acqua, il medesimo abbia il suo sbocco, in tempo d' acqua bassa del recipiente, coll' avvertenza di sfuggire i gorghi, che accidentalmente vi si fanno. 6.° È necessario di *ponderare la caduta che ha il fondo del fiume nel principio della nuova inalveazione sopra* (1) *il fondo che dee avere lo sbocco*, il quale sarà tanto più basso della superficie dell' influente quanto si sarà trovato essere quello dell' altro fiume sopraddetto; e trovando caduta minore di quella dell' alveo vecchio, sarà difficile, che in vece di ricavare vantaggio dalla nuova inalveazione, non se ne riportino danni maggiori de' primi; ma trovandola uguale, o maggiore, si dee osservare come la medesima s' accomodi alla superficie della campagna. 7.° E

---

in cui tutte le circostanze debbano esser le medesime, e in tal caso la pendenza trovata sarà quella, che devrà serbarsi nell' innalveaziene.

Pretendono alcuni, e con qualche apparenza di ragione, che ne' tratti de' fiumi, i quali non portano più che arena, le declività scemino andando all' ingiù a misura, che la sabbia si va assottigliando, il che se sussistesse, potrebbe dar qualche ulterior lume per la pratica di simili derivazioni, e qualche vantaggio nelle cadute. Quello che intorno ciò saprei dire è, che nel Reno, dallo sbocco della Sammoggia in giù per 12, e più miglia non si osserva con evidenza alcuna degradazione sensibile nelle inclinazioni, con tutto che paia certo che la sabbia di esso sempre si faccia di mano in mano più minuta.

(1) Per superficie dell' influente s' intende qui la superficie comune ad esse, e al recipiente nel punto dello sbocco, giacchè in quel punto debbono concorrere amendue le superficie a volere, che lo sbocco sia stabilito, e quale glielo darebbe la stessa natura per le cose dette nel capo 8.

Dal non aver considerato questo profondamento dello sbocco de' fiumi sotto il pelo del recipiente con figurarsi, che l' influente dovesse piuttosto strammazzare da alto sopra di esso, e non seppellirsi tutto sotto la detta superficie, sono nati molte volte, o sinistri giudicj intorno la possibilità delle inalveazioni proposte, o calcoli di spese immense nelle arginature delle dette inalveazioni, figurandole assai più alte del bisogno.

perciò si dee *delineare il profilo della campagna livellata* colle sue misure di altezza, e lunghezza, (1) e sopra di esso descrivere la linea cadente del fondo della nuova inalveazione, cominciando dalla parte inferiore, cioè, dal fondo, che si pretende dover essere quello della foce, e continuandola all' insù colla stessa inclinazione che ha quello del fiume vecchio. In questa operazione si troverà, quale e quanta debba essere l' escavazione sotto il piano di campagna, se il fondo del fiume cammini in alcun luogo sopra di esso; se abbia bisogno d' argini, o se sia per correre incassato; e perciò se sia per portare nocumênto agli scoli delle campagne, in caso che ne venisse intersecato

(1) Il metodo che qui prescrive l' autore di delinear le cadenti degli alvoi destinati a' fiumi, cominciando dalla parte inferiore, e dal fondo dello sbocco, e venendo alla superiore con quella pendenza, che si è trovata essere naturale (in parità di circostanze) al fiume da inalvearsi, e una conseguenza necessaria della dottrina da lui data in quest' opera, e specialmente nel capo 5.° e nell' 8.° intorno alle inclinazioni de' fiumi, e ai loro sbocchi, e da esso posta in chiaro in una breve scrittura esibita nella visita del Reno fatta da due Cardinali d'Adda, e Barberino del 1693, la quale scrittura si può leggere a carte 165 del 2.° tomo della raccolta stampata in Firenze degli autori che trattano del moto delle acque. Benchè tal regola sia stata a' giorni nostri comunemente addottata da chiunque ha fior di senno, nulladimeno non mancano uomini per altro esperti, che non se ne sono per anco renduti capaci, ingannati, come è da credere, dall' autorità d'alcuni più antichi, e dall' esempio di quello, che questi avevano giudicato in casi simili, e nominatamente in quelle del Reno, come si vede da alcuni profili, che sono alle stampe. Pretendono essi, che la linea cadente da darsi al fondo del nuovo alveo d' un fiume che si voglia divertire, sia quella retta che si tirerebbe dal fondo che si trova aver questo fiume nel punto destinato alla sua diversione al fondo dello sbocco, che assegna al detto nuovo alveo. A quelli che così l' intendono, si potrebbe domandare, se direbbero lo stesso, quando il fondo del fiume nel punto della diversione fosse alto v. g. un piede, o due di più, di quel che egli si trova essere, e quando lo neghino dovranno confessare, che il loro metodo non è universale, e rendere una ragione, per la quale così prescrivano doversi fare, quando il detto fondo ha una tal cadente sopra quello dello sbocco, e poi non vogliano che lo stesso si faccia quando egli vi abbia un piede, o due di caduta di vantaggio; la qual ragione non potendo esser altra che questa, cioè che la cadente sarebbe allora troppo ripida, o precipitosa, o che il fiume colla sua forza dovrebbe abbassarsela, dovranno anche render ragione come sappiamo, che per quei due piedi di più divenga precipitosa, quando con due piedi di meno stimavano che stasse a dovere, e in brieve dovranno confessare, che la natura di quel fiume non è indifferente ad ogni pendenza, ma ne chiede una, piuttosto che un' altra, nè occorre volergli prescrivere quella che risulta dall' altezza del punto arbitrario della diversione sopra il fondo dello sbocco, che si è preso anch' essa in distanza arbitraria, perchè ove un mero caso non portasse, che tal cadente fosse appunto quella, che richiede il fiume, ma fosse più ripida, egli se la abbasserebbe, escavandola; onde sarebbe un inutil gettito di danaro fargli due spalle d' argini così alti, e talvolta sostenerlo col fondo in aria, ed ove fosse più dolce del suo bisogno, egli la alzerebbe interrandola, e si potrebbe trovar ingannato chi facesse conto sopra tal cadente di scolar le campagne. Che se poi

qualcuno; se i medesimi debbano essere obbligati alla soggezione delle chiaviche, o pure aver esito nell' alveo nuovo con foce aperta; ed in sostanza *paragonando le condizioni dell' alveo nuovo con quelle del vecchio, facilmente si conoscerà l' utile che se n' è per ricavare*, e se questo meriti la spesa dell' operazione. 8.° Se il termine della nuova inalveazione è un altro fiume, bisogna *mettere a conto l' escavazione del fondo, che dee succedere al fiume recipiente, e quella che dovrà succedere nell' alveo del nuovo fiume, a causa de' rigurgiti*, le quantità delle quali due escavazioni non si ponno esattamente determinare; ma è certo, che influiscono nell' abbassamento dello sbocco; e conseguentemente di tutta la linea cadente del fiume nuovo; e facendosi lo sbocco al mare, si dee pure *far capitale degli effetti del flusso, e riflusso*, che sono già stati annoverati a suo luogo, particolarmente quando la foce sia ben disposta, e non impedita da' venti. 9.° (1) Occorrendo diminuire con argini la nuova inalveazione, *si determini l' altezza di essi da una linea tirata dalla parte inferiore all' insù*, che dee cominciarsi poco sopra il pelo più alto del recipiente, e mantenersi sempre superiore all' altezza, che può avere il fiume nelle sue piene; e perchè queste riescono meno declivi di superficie per tutto

---

diranno, che anco per un piede, o due di più d' altezza si dovrebbe tenere lo stesso metodo, sarà facile colla stessa ragione condurli a confessare, che il metodo sarebbe buono anche per dieci, per venti, e per cento piedi di più che vi fossero, e in brieve ad accordare, che un letto di terra, quantunque rigido, e chino si voglia, non potrebbe esser roso, ne abbassato dalla forza d' un fiume che vi scorresse sopra: assurdo anche peggiore del primo, e contrario alle perpetue, e manifeste sperienze. E perciò dovrassi conchiudere, che il punto del fondo del fiume alla diversione non è punto fisso, ma alterabile, ne può dar regola alcuna per la cadente (quando questa si voglia tal quale la natura la darebbe a quel fiume, cioè stabilita, e inalterabile) laddove il punto dello sbocco, e la pendenza sono due dati certi, e inalterabili, e con essi si può, e si dee guidar il nuovo letto del fiume, sino a piè del vecchio con sicurezza, che un tal letto più non si alteri, e con ciò giudicar dal profilo, se il fiume possa aver caduta nel detto letto, e di quanto si debba alzare, o abbassare nelle parti superiori, per ispianarsi anche al di sopra un alveo continuato col nuovo, fino al detto sbocco.

(1) È da avvertire, che nel determinare l' altezza massima del pelo del recipiente, ove questo sia un fiume, si dee metter in conto anche quel di più, che egli può alzarsi per l' unione dell' influente, oltre i segni a' quali si alza prima di tale unione: ciò dico è necessario a considerarsi almeno per assicurarsi di contenere le prime piene de' due fiumi, che si incontrassero ad un medesimo tempo, comechè nel proseguimento sia per succedere, che il pelo del recipiente in luogo d' alzarsi maggiormente si abbassi a cagione dell' abbassamento del suo fondo, siccome si è mostrato nel capo 9, e specialmente nell' annotazione 11.

Se poi il termine del nuovo alveo fosse il mare, allora si potrà regolar la cadente de' suoi argini, tanto vicino allo sbocco, quanto nelle parti superiori, coll' esempio di quelle che ha il medesimo fiume presso il mare, caso che sbocchi in esso anche avanti la diversione, o con quello di altri simili fiumi della stessa

il sito, che risente il rigurgito del recipiente; perciò vicino allo sbocco ponno essere gli argini anch' essi meno inclinati, ma più lontano deono presso a poco, secondare col loro piano superiore la cadente del fondo dell' alveo. 10.° *La distanza degli argini si desume dal fiume vecchio*, se pure l'esperienza non avesse mostrato, ch'essa fosse, o maggiore, o minore del bisogno; *ma vicino allo sbocco deesi ben avvertire di tenerli abbondantemente distanti l'uno dall' altro*, a riguardo delle mutazioni di sito, che per cause accidentali ponno avvenire allo sbocco medesimo, particolarmente quando non s'incontra di eleggerlo buono sul principio. 11.° *La larghezza dell' escavazione può determinarsi in due maniere*; perchè se si pretende di voltar il fiume tutto in una volta per l'alveo nuovo, allora bisogna darli la larghezza, ch'è propria del fiume vecchio; e ciò è necessario, quando, o la lunghezza dell' alveo nuovo sia maggiore di quella del vecchio, ed eguale la caduta dell' uno, e dell' altro; o il filone del fiume non imbocchi bene la nuova escavazione, ed in tal caso bisognerà intestare il fiume vecchio poco sotto l'imboccatura del nuovo, per obbligare l'acqua a corrervi dentro; ma quando il guadagno della caduta fosse considerabile, ed uguale, o minore la lunghezza della strada; ed in oltre, quando il filone entrasse a dirittura nell' alveo nuovo, basterebbe escavare l'alveo per la quinta, o sesta parte (più, o meno secondo le diverse condizioni ec.) della larghezza naturale del fiume; perchè cominciando a correre l'acqua dentro l'alveo nuovo, e trovandovi facilità di corso, col tempo se lo proporzionerà al bisogno, ed interrirà l'alveo vecchio.

Tutto ciò si dee intendere, rispetto ai fiumi torbidi, poichè *quelli, che portano acque chiare, basta che abbiano apertura al termine inferiore, e non siano più bassi di superficie del medesimo* per potervisi portare: quanto però alla larghezza degli alvei, all'altezza, e distanza degli argini, ed alla facilità del corso, non sono diversi gli uni dagli altri: si dee però considerare la possibilità degl' interrimenti, anche ne' fiumi d'acque chiare, per la corrosione, e dirupamento delle ripe, escavazioni di gorghi ec. e la morale impossibilità di escavarli interriti che siano; e perciò non torna il conto d'azzardarsi con difetto di caduta, a fare nuove inalveazioni di gran lunghezza,

spiaggia, che parimente vi sbocchino, e con ciò si potrà aver certezza di non arrare, nè col tenerli inferiori al livello della massima altezza del mare, che dà regola ad essi presso lo sbocco, nè col mancare di debitamente inclinarli per imitare la cadente della piena alquanto più sopra lo sbocco, la qual cadente suole essere ivi più inclinata di quella del fondo del fiume, e di quella dell' acqua bassa, e tanto più si sarà sicuro di secondar con ciò la superficie alta del fiume, quanto più esattamente si imiteranno le degradazioni delle larghezze degli altri fiumi simili nel loro accostarsi al mare.

e larghezza; particolarmente quando l'acqua è perenne, e non si ha dove divertirla, in occasione di voler espurgare i fondi interriti.

Quando *l'inalveazione nuova* ha da essere *destinata a ricevere più fiumi;* che dentro vi scorrano, ed abbiano foci diverse, deono distinguersi due casi. Perchè, o i fiumi sono di simile, o di differente natura: sono di simile natura quelli, che nelle confluenze portano materie omogenee; e di differente natura sono quelli, de' quali la materia portata sino alle foci è di sostanza diversa.

Se si darà il caso, che *i fiumi da unirsi in un solo letto, portino tutti materia omogenea* (per esempio, arena ec.) nel sito dell'unione; e che quello che ha da ricevere gli altri abbia caduta, e forza sufficiente a spingerla sino al suo termine, e che la situazione della campagná concorra a mantenerlo incassato, sarà di esito sicuro la nuova inalveazione; perchè (1) essendo l'unione di più acque correnti, cagione di maggiore profondità negli alvei, e di maggiore bassezza nelle massime piene; ed in oltre rendendosi con ciò minore la necessità della caduta dell'alveo; manifestamente ne segue, che *quel pendio che basta ad un solo fiume sarà tanto più bastevole a molti uniti insieme;* e se il piano di campagna può tenere incassato il primo, potrà essere molto più capace di tenerne incassati molti: anzi quando nell'inalveazione di un solo fiume, si potesse dubitare di qualche picciolo danno, dipendente dalla soverchia altezza del fondo, l'accoppiamento di altri, potrebbe esserne il rimedio. (2) Solo resta in questo caso incerta la larghezza dell'alveo, la quale dipendendo dalla natura del terreno più o meno facile da cedere al corso del fiume, e dall'abbondanza dell'acqua del medesimo, non si può esattamente

(1) Siccome questo discorso non si applica che a quel caso, in cui le acque correnti de' fiumi insieme si uniscano nelle loro piene, così non si dee indifferentemente adattare ad ogni influente, che debba entrare nel nuovo alveo, ma solo a quelli che ordinariamente abbiano le loro piene contemporanee a quelle del fiume che si tratta di divertire, e quando altrimente fosse, non si potrebbero aspettare di tale unione i vantaggi che qui si considerano, anzi ove il fiume influente da se solo richiedesse maggior pendenza, di quella del solo recipiente converrebbe che si alzasse il fondo dell'alveo comune, quando le piene dell'influente vi entrassero senza le acque dell'altro.

(2) Tale incertezza sarebbe anco maggiore, ove le piene dell'influente non fossero contemporanee a quelle del fiume che lo riceverebbe, mentre allora se all'alveo comune della confluenza in giù, si sapesse anco assegnare quella giusta larghezza, che richiederebbero le loro piene unite, tal larghezza riuscirebbe soverchia nel caso più ordinario, in cui le piene venissero separate, e ne seguirebbe ristrignimento del detto alveo comune, il qual ristrignimento nell'altro caso possibile, che le dette piene s'incontrassero ad un tempo stesso, potrebbe poscia portar seco pericolo di trabocchi; nè mai si potrebbe il detto alveo comune ridurre a perfetto stabilimento.

determinare; nnlladimeno non si potrà correre grande sbaglio, se si avvertirà a ciò che succede in casi simili a quello, che si ha tra le mani oltre che, se si ha bisogno d'argini, basta abbondare nella loro distanza piuttosto che mancare; e se questi non saranno necessarj, l'elevazione che farà la terra scavata dall'alveo nuovo, e gettata sulle sponde di esso potrà servire di riparo, occorrendo alle espansioni del fiume, sin tanto che acquistando il fiume da se la larghezza dovuta alle sue circostanze, si avrà proporzionato l'alveo.

Si dee in oltre riflettere, che *la nuova inalveazione può esser cagione, che i fiumi influenti in essa abbenchè prima portassero materia omogenea, comincino poscia a portarla eterogenea*: ciò potrà succedere, quando il fondo dell'influente, nel sito dove fosse intersecato dal nuovo alveo, restasse molto superiore alla linea cadente del fondo dell'inalveazione, e che dovendo abbassarsi, aggingnesse caduta considerabile al suo letto superiore, il qnale perciò si rendesse idoneo a spingere la ghiara nell'alveo nuovo, sebbene prima non ne portava; il che accadendo, potrebbe esservi qualche dubbio di buon esito, ed avrebbero luogo delle considerazioni ulteriori. Quindi è, che per accertarsi che i fiumi uniti si conservino sempre della stessa natnra, è necessario tal sito per l'inalveazione, che quando anche s'accrescesse la caduta ad alcun fiume influente, non possa sensibilmente mutarsi la di lui natura nella confluenza; o pure qnando la necessità ricercasse l'elezione di sito diverso, bisognerebbe provvedervi con fabbriche di muro, a modo di chiuse, o cateratte, atte a sostentare il fondo del fiume allo sbocco, e ad elevarlo anche qualche poco di più, se si ha dubbio, che la velocità dell'acqua cadente dalla chiusa possa rapire dalle parti superiori materia pesante, e portarla nel nuovo alveo.

Al contrario, se il finme influente avrà nel sito dell'introduzione, il fondo considerabilmente più basso della cadente della nuova inalveazione: egli è evidente, che dovrà alzarsi allo sbocco, sino al sito ch'è dovuto alla natura delle foci, e che in conseguenza interrirà il proprio alveo sino a quel segno; quindi è, che prima di fare simili operazioni, non solo è necessario di considerare il sito dell'alveo nuovo; ma in oltre quello di tutti i fiumi influenti, per assicurarsi, se fatta che sia l'inalveazione, siano i loro letti per elevarsi, ed interrirsi, o per abbassarsi, ed escavarsi: e ciò affine di trovare i rimedj opportuni alla qualità degli sconcerti, che nell'uno, e nell'altro caso fossero per succedere. Per altro, anche *in questa sorte d'inalveazione sono necessarj tutti gli avvertimenti, e regole addotte di sopra, per l'inalveazione d'un fiume solo*.

Quando *i fiumi* siano *di differente natura*, è d'uopo distinguere più casi: perchè se i fiumi superiori porteranno materia più pesante

degl' inferiori; come sarebbe a dire, se il fiume principale portasse ghiara grossa; il primo influente più minuta; il secondo anche più minuta; e così gradatamente sino agl' inferiori, che portassero sola arena, o limo; in tali circostanze (se per tutto lo spazio, nel quale i fiumi portano ghiara, vi sarà caduta uguale, a quella che ha d' avere il fiume principale, nel principio della nuova inalveazione; e da quel luogo in giù, uguale a quella che ha il fiume predetto in sito, dove corre in arena; e che concorrano tutte le altre circostanze per un utile, e buona operazione) si potrà assicurare della buona riuscita di essa: la ragione, anco in questo caso è manifesta; perchè, (1) se il fiume principale potrebbe portarvisi da se medesimo, maggiormente potrà farlo unito che sia con altri; tanto più che si suppone la caduta idonea a spingere ghiare più grosse per tutto il tratto, nel quale i fiumi influenti possono portare la ghiara nel nuovo fiume; e sebbene si può dubitare, che l' unione di più acque possa spingerla più giù di quello che si figura: ciò non ostante, però questo difetto probabilmente sarà compensato dalla caduta, che nell' unione di più fiumi, richiedesi minore di quella che si suppone convenire ad un solo; e dalla diminuzione delle ghiare, che tira seco la necessità di minore pendio. *Questo* però *è un punto da considerarsi sul fatto*, e che richiede un giudicio ben pesato, per fare un' aggiustata compensazione degli eccessi, e dei difetti.

Ma quello che porta seco maggiore difficoltà, e che non può accertatamente praticarsi, se non quando si ha caduta esorbitante, ed altezza di piano di campagna considerabile, si è il *caso, nel quale i fiumi influenti portino materie più pesanti di quelle del fiume principale, nel punto dell' intersecazione*; poichè egli è certo, che quando anche la caduta del nuovo alveo fosse tanta, che bastasse per lo corso del primo fiume che v' entra, non perciò si può con sicurezza concludere, che possa bastare per tutti; attesochè, se i fiumi inferiori vi porteranno dentro ghiara grossa, che faccia in esso qualche elevazione, può essere che questa sia tanto grande, che tolga la caduta al fiume principale, e l' obblighi perciò ad elevarsi di fondo; potendo ben giovare l' unione dell' acqua, a fare, che la materia deposta non renda l' alveo tanto declive, quanto richiede d' essere quello dell' influente; ma non già ad impedirne affatto la deposizione, la quale in certi casi potrebbe essere tanto grande, che facesse elevare il fondo del nuovo alveo sopra 'l piano delle campagne. Lo stesso può succedere al

(1) Anche questo discorso suppone, che le escrescenze de' fiumi siano almeno per l' ordinario contemporanee, e perciò si applica a quei soli fiumi, ne' quali concorre tal circostanza, e qui di nuovo hanno luogo le riflessioni fatte nelle due note antecedenti.

primo fiume influente per le deposizioni del secondo, al secondo per quelle del terzo, e così successivamente, sinchè s'arrivi ad uno la cui caduta al suo termine basti (senza far nuovo alzamento, o tale da sormontare le ripe) per ispingere le ghiare proprie sino al termine prescritto loro dalla natura, e per farlo correre felicemente allo sbocco.

Per assicurarsi della quantità dell'alzamento di fondo, ch'è per seguire in questi casi, *sarebbe necessario d' inventare un metodo di delineare le linee cadenti del fondo de' fiumi uniti, in ogni possibile circostanza;* ma questo sin ora non è stato tentato, ne trovato da alcuno; è forse, se non è impossibile, almeno è tanto difficile, che moralmente può equipararsi allo stesso impossibile. Quindi è, che mancando una regola certa per fare inalveazioni di questo genere, si ha bisogno di cercare altri mezzi per potere, se non certamente, almeno con molto di verisimilitudine giudicare della loro possibilità.

Pare assai conforme alla natura, ed alle osservazioni, le quali si sono fatte de' fiumi, che le ghiare introdotte in un fondo orizzontale, non possano essere trasportate all'ingiù per qualunque forza d'acqua corrente; e di fatto non si vede che i fiumi reali ne portino di sorte alcuna al loro sbocco; anzi io ho sempre creduto, come ho motivato in altro luogo, che la cagione per la quale il Pò ha stabilito il suo alveo per mezzo della gran pianura della Lombardia, sia stata che i fiumi influenti dall'una, e dall'altra parte, colla deposizione delle materie ghiarose, lo abbiano impedito di stabilirsi in altro luogo, che in quello in circa dove egli corre al presente; ed in fatti si vede, che tolto quel tratto del di lui alveo, per lo quale corre su il fondo continuatamente ghiaroso, non riceve più da alcuno de' fiumi influenti altra materia, che arenosa. Quindi pare che si possa raccogliere, che *le cadenti de' fiumi in ghiara, quantunque abbondanti di acqua, desiderino qualche declività*, la quale probabilmente dee essere maggiore di quella, ch'è dovuta a' fiumi mediocri che corrono in arena; cioè a dire più di quindici, o sedici oncie per miglio, e tanto maggiore, quanto i fiumi sono più scarsi di acqua, e le ghiare più grosse. Egli è poi certo, che le cadenti superiori deono appoggiarsi sopra le inferiori; cioè a dire, che siccome la cadente ultima del fiume viene regolata dalla bassezza dello sbocco, così il termine di quella che è immediatamente superiore a questa, si regola dall'altezza dell'ultima nel suo principio, e così successivamente; quindi è, che quando nelle parti inferiori di un fiume sia necessaria molta declività, ragionevolmente può dubitarsi, che il piano di campagna non possa sostenere l'inalveazione; e perciò nell'ultimo caso addotto, è più da dubitarsi di sinistro esito, che da sperarsi buona riuscita.

Un sol metodo vi è, che possa dare qualche barlume in materia

così ardua, ed è di *considerare l'inalveazione gradatamente, come se si dovesse inalveare solo l'ultimo fiume al termine preteso*, e vedere ciò che sia per riuscirne: indi figurandosi fatta questa inalveazione, qual volta sia ella possibile, o in istato da potere migliorarsi coll'unione di un altro fiume, cercare quale esito avrebbe l'introduzione del fiume immediatamente succedente nell'alveo del già detto; e parendo che questa sia riuscibile, passare alla considerazione del terzo, e così successivamente sino al fiume principale, e quando si trovassè, che ad uno ad uno dassero speranza di buona riuscita, allora in caso di precisa necessità, potrebbe farsi l'inalveazione del fiume inferiore, ed aspettarne il successo, il quale corrispondendo al figurato, si potrebbe passare all'inalveazione dell'altro; e così proseguire, osservando sempre prima d'intraprendere nuova operazione il successo della precedente; e trovando qualche effetto non pensato a svantaggio dell'inalveazione, segno sarà di essere arrivato a quel termine, che la natura permette; e conseguentemente non sarà buon consiglio l'avvanzarsi più oltre.

La considerazione dello stato della campagna, per la quale si pretende far passare il nuovo alveo; dell'altezza, e declività della medesima; del modo con che ella è stata fatta, cioè se naturale, o fatta dalle alluvioni; degli effetti de' fiumi, i quali la bagnano; delle loro circostanze; della situazione degli scoli, e loro termini; e molto più il riflesso ad altre operazioni di simil natura, qual volta se n'abbia l'esempio; e l'esame degli effetti che ne sono derivati, ponno alle occasioni suggerire de' motivi per maturare, o negligere le proposizioni di questa sorte d'inalveazioni. Le livellazioni esatte de' termini, e de' mezzi dell'inalveazione proposta, regolata ne' termini di già addotti; l'osservazione del fondo de' fiumi influenti, e della materia che portano; quella di altri fiumi uniti, ad oggetto di dedurne dall'esperienza la degradazione delle cadenti; e tutte le altre inspezioni proposte negli altri casi di sopra mentovati, potranno poi somministrare i mezzi per istimare presso a poco gli effetti, che potranno derivare da ciascheduna delle inalveazioni, da esaminarsi col metodo precedente, prima di mettere mano all'operazione.

FINE.

INDICE
DE' CAPITOLI

SPIEGAZIONE DELLA FIGURA LIII.

Nella quale si esprime la Chiavica di Burana posta al Bondeno sul Ferrarese.

A. Prospetto esteriore della Chiavica.
B. Pianta della medosima.
C. Alzato, o spaccato della Chiavica stessa, nol qualo si vedono l'aperture do' duo archi, per li quali esce l'acqua dal condotto nol fiume, i quali archi si chiudono alle occorrenzo con li tavoloni E, E, cho s'alzano, o s'abbassano ad uno ad uno col mezzo dollo due ruote, cho sono di quà, o di là dalla lettera C, l'una delle quali è delineata a parto iu D, acciocchè si possa vodere la maniera, colla quale essendo girata la ruota D, avvolge intorno del suo asse la corda, a cui sta annesso un uncino, cho mandato giù, od attaccato al tavolono E, lo tira su, o l'abbassa conformo al bisogno, il qual tavolono corre sempre dentro l'incastro F.

SPIEGAZIONE DELLA FIGURA LVII.

La quale mostra in prospetto la Chiusa di Casalecchio lontana tre miglia da Bologna sul fiume Reno.

AB. Piano superiore della Chiusa, che obbliga l'acqua della parto superiore dol fiumo CAB, ad ontrare per l'Incilo G, detto il Boccaccio nol canalo LM.
F. Primo paraporto, detto il paraporto grando, la cui porta, alzata che sia, reude l'acqua dol canalo, al fiume, o scava il foudo del canalo da F, sino al di sopra dell'Incile G.
HI. Duo sfogatori, o risoratori, o diversivi a fior d'acqua, i quali servono per iscaricare nel fiume l'acqua superflua.
K. Secondo paraporto detto del prato, che serve all'uso medesimo, che il paraporto F, escavando il canale da K, siuo in L; dopo il qualo vo no sono molt'altri destinati al fiuo medesimo.
LM. Sponda sinistra del cauale, nella quale si trovano i parsporti, o diversivi, tutta di fabbrica di muro sul piano superiore della quale si va da un paraporto all'altro, ed alla Chiusa.
DE. Alveo di Reno nella parte inforiore alla Chiusa.

SPIEGAZIONE DELLA FIGURA LIX.

Nella quale sta delineato in Prospetto il Sostegno del Battiferro; posto sul canale di Reno, lontano da Bologna un miglio.

ABCK. Canalo superioro, nel quale s'osserva lo sfogatoro K, a fior d'acqua, che scarica una parte dell'acqua soprabbondante.
BC. Le duo porte superiori.
DE. Lo duo porte inferiori, lo quali, come anco lo predette, serrate che siano, fanno angolo contro il corso dell'acqua.
H. Parto interiore del Sostegno, dontro la qualo dimorano lo barcho, sin tauto che l'acqua, o s'alzi al livello del caualo superiore, o s'abbassi a quello del canale inferiore.

GF. Parte destra del Sostegno, la quale s'è delineata più bassa di quello sia in fatto, acciò possa vedersi quella, che gli sta di rincontro.

L. Arco inferiore d'un paraporto, che serve sì per iscaricare l'acqua superflua, come per mantenere scavato il fondo al canale superiore.

I. Canale inferiore al Sostegno.

Tavola 1.ª
Fig. 4.
Fig. 7.

Tavola 2.ª
Fig 11.
Fig 15.
Fig 18.
Fig 19
G. Ferri f.

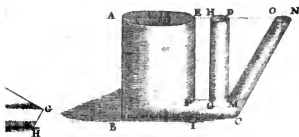
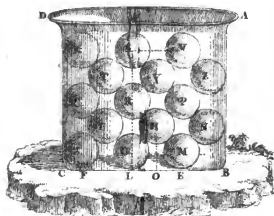



Tavola 3.a
Fig 22.
Fig 26.
Fig 28.
G. Ferri f.

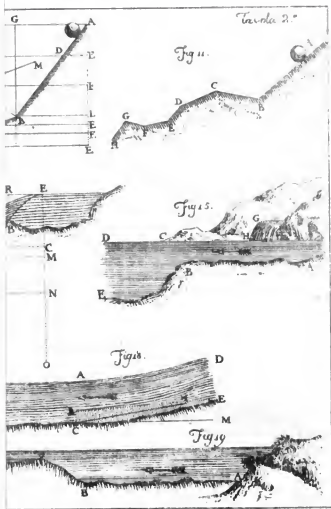
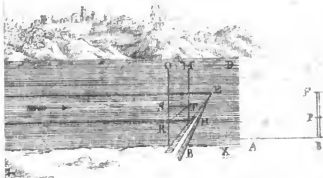



Tavola 4.°
Fig. 30.
Fig. 31.
A. Nini f.

Tavola 5ª

Fig 34.

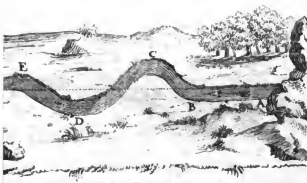
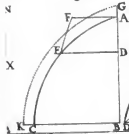



Fig 36.

G. Ferri f.

Tavola 6.ª

Fig 38.

G
A
F
B

Fig 44.

G
F
A
E
D
N
X
K C
B

Fig 47.

B
A
H
D
C

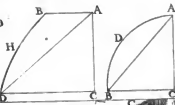
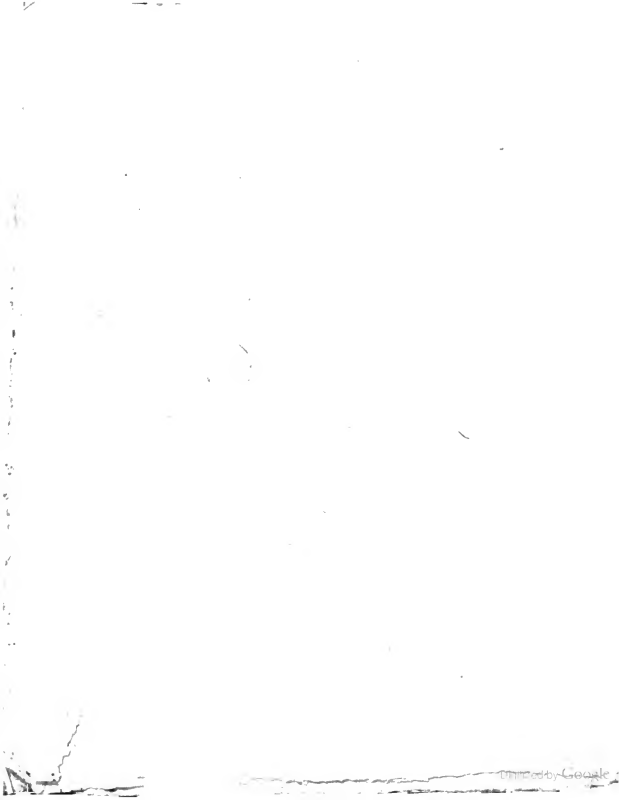
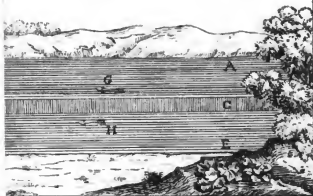
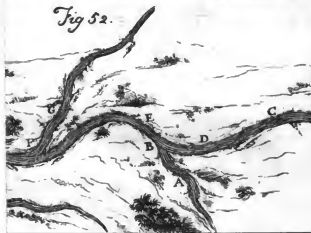
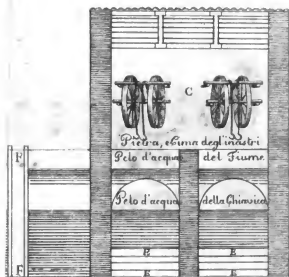
Fig 48.

A
D
B
C

Fig 46.

C
A
E
D
B

G. Ferri f.

Tavola 7.ª
Fig 50.
A
G
C
H
E
Fig 52.
G
E
C
P
D
B
A
G. Ferri f.

Tav: 8.a
C
Pietra, e cima degl'inastri
Pelo d'acqua del Fiume
Pelo d'acqua della Chiavica
F
F
E
E
E
E
Soglia della Chiavica
B
Scala di piedi trenta Bolognesi
G. Ferri. F.

Botte Sotterranea piana
Tavola 9.
Fig. 55
Botte Sotterranea Concava.
G. Ferri. F:

G. Ferri.F.

Tavola II.ª
D
C
G. Ferri F:

Fig 65.
Tavola 12.a
Fig 66.
Fig 67.
Fig 70.
Fig 71.
Fig 75.
Fig 74.
G. Ferri . f.

Tavola 13.a
Fig 80.
Fig 84.
Fig 83.
Fig 88.
Fig 90
G. Ferri. f.